

理 科(生物)

(2025)

- (注意事項)
- 1 問題文は15ページあります。
 - 2 解答は解答用紙の所定欄に記入してください。下書きは、問題冊子の余白を利用してください。ただし、回収はしませんので採点の対象とはなりません。
 - 3 定規を使用することができます。ただし、計算・メモ・通信などの機能をもった時計や電卓、携帯電話などは使用できません。
 - 4 解答は一部記述を含むマークセンス方式となっていますので、解答用紙の注意事項をよく読み解答してください。
 - 5 受験番号・氏名・フリガナは、監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に丁寧に記入してください。
 - 6 解答用紙にマークセンス方式の受験番号欄があります。受験番号をマークする際は濃く丁寧にぬってください。
 - 7 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページ落丁・乱丁及び解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

第1問 細胞膜に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄 1 ～ 5 , 記述式解答欄 1, 2

リン脂質を主成分とする細胞膜は細胞の中と外を仕切っており、ア は直接通過できるが、イ のような電荷をもつ物質は直接通過しにくい。このため細胞は、細胞活動に必要な物質を選択的に出入りさせるために、a) 細胞膜の陥入を介した物質の輸送や、細胞膜に配置されたタンパク質を利用している。例えば、カリウムチャネルはカリウムイオンの、アクアポリンは水の出入りを ウ に制御する b) タンパク質 である。機能は異なるがいずれのタンパク質も、らせん状の構造である エ が配置された c) 特徴的な立体構造 をとって細胞膜に埋まっている。また細胞膜に埋まったタンパク質のなかでも、細胞外で情報伝達物質と結合し、細胞内へ情報を伝えるものを受容体とよぶ。その一つであるアドレナリン受容体は、情報伝達物質であるアドレナリンと結合すると、d) GTP が結合した活性型 G タンパク質を介して e) アデニル酸シクラーゼ という酵素を活性化する。この酵素は細胞内で ATP から cAMP という情報伝達物質を生成し、細胞のはたらきを活性化する。cAMP の生成により、受容体を介したアドレナリンの情報は細胞内で結果的に オ ことになる。これはアデニル酸シクラーゼが cAMP 合成の活性化エネルギーを カ させ、単位時間あたりの cAMP の生産量を キ させることが要因として挙げられる。

問1 文中の空欄 ア ～ エ に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

1

	ア	イ	ウ	エ
①	酸素	イオン	受動的	α ヘリックス
②	イオン	二酸化炭素	受動的	β シート
③	酸素	イオン	能動的	α ヘリックス
④	イオン	二酸化炭素	能動的	β シート

問2 文中の下線部 a) のような様式の物質輸送として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- ① シャペロン
- ② フォールディング
- ③ エンドサイトーシス
- ④ フィードバック

問3 文中の下線部 b) について，タンパク質に関する説明として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① タンパク質中のアミノ酸はアミノ基とカルボキシ基間のイオン結合でつながっている。
- ② タンパク質に含まれるシステインはジスルフィド結合を形成できる。
- ③ タンパク質を構成しているアミノ酸の種類のことを一次構造とよぶ。
- ④ タンパク質は安定な分子であり高温であるほど活性化する。

問4 ヒトのタンパク質を構成するアミノ酸には，水とは馴染みにくいが，脂質とは馴染みやすい疎水性アミノ酸に分類されるものがある。文中の下線部 c) について，細胞膜に埋まっている膜タンパク質の表面は，多くの疎水性アミノ酸で構成される。この理由を推測し「二重層」の語句を用いて記述式解答欄1に説明せよ。

記述式解答欄 1

問5 文中の下線部 d) について，GTP は図 1-1 に示す分子構造をもつ化合物であり，ATP と同様に高エネルギー結合をもっている。GTP の構造の中にある高エネルギー結合として最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

4

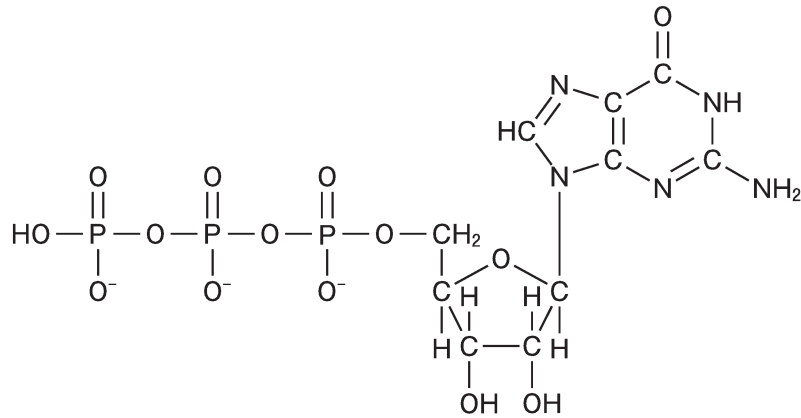


図 1-1 GTP の分子構造

- ① グアニンとリボース間の結合
- ② リボースとリン酸間の結合
- ③ リン酸とグアニン間の結合
- ④ リン酸間の結合

問6 文中の空欄 **オ** ～ **キ** に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

5

	オ	カ	キ
①	強まる	低下	増加
②	弱まる	上昇	増加
③	強まる	低下	減少
④	弱まる	上昇	減少

問7 文中の下線部e) について、酵素であるアデニル酸シクラーゼの機能を調べるため、阻害物質Xを加えた。この場合のアデニル酸シクラーゼの反応速度と、加える基質の濃度の関係について、図1-2に示す様な変化を示した。阻害物質Xの阻害様式の特徴を推測し、「活性部位」の語句を用いて記述式解答欄2に説明せよ。

記述式解答欄2

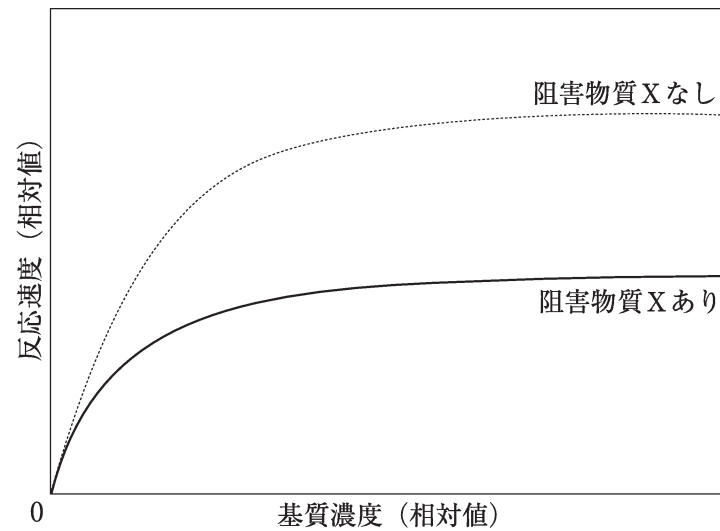


図1-2 アデニル酸シクラーゼの反応速度と基質濃度の関係

第2問 腎臓に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄 6 ～ 13 , 記述式解答欄 3, 4

ネコの多発性嚢胞腎は、腎臓に水のたまった袋が多量にできて腎臓の機能が低下してくる病気である。ネコの染色体 38 本（約 25 億塩基対）のうち a) 最も短い E3 染色体に存在する PKD1 遺伝子が多発性嚢胞腎の原因遺伝子である。ネコの PKD1 遺伝子から転写される mRNA の前駆体には 36 個のエキソン領域があり、11100 塩基の mRNA から 3586 個のアミノ酸で構成されるポリスチン 1 タンパク質が翻訳される。ポリスチン 1 タンパク質は膜を 11 回貫通する細胞膜上の

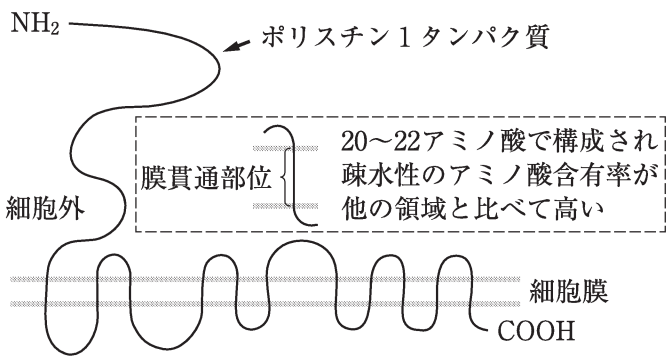


図2 細胞膜上でのポリスチン 1 タンパク質

タンパク質（図 2）で腎臓の細尿管に存在する細胞の繊毛上で尿の流れを感知するセンサーとして機能している。多発性嚢胞腎のネコでは PKD1 遺伝子に 5 種類の変異が同定されている。そのうちの 1 つの変異は b) PKD1 遺伝子の 15 個目のエキソン領域の C が欠失する変異である（表 2）。この欠失により新たな STOP（終止）コドンが発生し、本来のポリスチン 1 タンパク質より短いタンパク質が翻訳される。

E3 染色体の両方に PKD1 の変異遺伝子が存在する個体は胎児期に死亡する。PKD1 遺伝子に変異をもつ多くのネコは 7 歳以降に多発性嚢胞腎を発症する。多発性嚢胞腎の根本的治療は開発されていないが、 c) 腎臓移植も選択肢の 1 つだろう。また、遺伝子治療により正しい配列の PKD1 遺伝子を細胞内に導入すれば、多発性嚢胞腎の発症を抑えられるかもしれない。

表2 PKD1 遺伝子の 15 個目のエキソン領域の C が欠失する変異

	アミノ酸番号	1639	1640	1641	1757	1758	1759
変異なし	DNA	GGC	GGC	TGC	GGA	CTG	AGC
	アミノ酸配列	グリシン	グリシン	システイン	グリシン	ロイシン	セリン
変異あり	DNA	GGC	GGT	GCT	GAC	TGA	GCT
	アミノ酸配列	グリシン	グリシン	アラニン	アスパラギン酸	STOP	-

アミノ酸番号：翻訳された最初のアミノ酸を 1 としたときのアミノ酸数（何番目）

問1 DNA や RNA についての記載のうち、誤りであるものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① 真核細胞では遺伝子の保持に DNA が使われ、RNA が使われることはない。
- ② RNA を構成するヌクレオチドでは糖の部分の 2 番目の炭素に OH が結合している。
- ③ DNA も RNA も次のヌクレオチドに結合するのは 3 番目の炭素に結合しているリン酸部分である。
- ④ DNA でも RNA でもリン酸，糖，塩基が基本単位である。

問2 文中の下線部 a) について、ヒトで最も短い（小さい）常染色体として、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 4 番染色体 ② 22 番染色体 ③ 23 番染色体 ④ X 染色体

問3 ネコの mRNA の前駆体が DNA から転写されてから翻訳されるまでに実施される過程とそれが実施される場所について、最も適切な組み合わせを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

	①	②	③	④
過程	プロモーター	プロモーター	スプライシング	スプライシング
場所	核 内	細胞質	核 内	細胞質

問4 PKD1 遺伝子についての以下の記述のうち、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

9

- ① 表2の変異のある PKD1 遺伝子からは、通常と比較して、1828 個のアミノ酸が少ないポリスチン 1 タンパク質が翻訳される。
- ② 多発性嚢胞腎を発症しているネコでは、相同染色体のうち一方の染色体にのみ表2の変異がみられる。
- ③ 典型的な調節遺伝子の 1 つである。
- ④ 転写途中の mRNA にリボソームが次々と付着して翻訳が行われる。

問5 正常なポリスチン1タンパク質の翻訳において、1本のmRNAの1回の翻訳に伴ってすべてのアミノ酸が結合するときを生じる水分子の個数を求め、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① 35 ② 3585 ③ 10758 ④ 11099

問6 ポリスチン1タンパク質の性質について推測できるものとして、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

11

- ① 温度変化に応じて発現が大きく変化する。
② 基本転写因子の1つである。
③ ATP合成にはたらく酵素のように、どの細胞でも発現している。
④ 腎臓の細尿管においてはRNAポリメラーゼのように常に存在している。

問7 文中の下線部b)について、表2のようにコドンの読み枠がずれるとそれ以降のアミノ酸配列が異なる。ポリスチン1タンパク質のアミノ酸配列を変える変異の中で最も致命的でない変異として、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

12

- ① PKD1遺伝子の15個目のエキソン領域での1塩基の挿入
② PKD1遺伝子の15個目のエキソン領域での連続した2塩基の挿入
③ PKD1遺伝子の15個目のエキソン領域での連続した2塩基の欠失
④ PKD1遺伝子の15個目のエキソン領域での連続した3塩基の欠失

問8 文中の下線部b)により、変異をもつポリスチン1タンパク質は図2の最初の膜貫通部分より少し前からアミノ酸配列が異なる。下線部b)の変異をもつポリスチン1タンパク質はどのような機構でセンサーとしてのはたらきが阻害されたと考えられるか。記述式解答欄3に記せ。

記述式解答欄3

問9 文中の下線部c)について、腎臓が悪くなったネコに他のネコの腎臓を移植した場合に
おこる免疫反応のうち、最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

13

- ① T細胞のはたらきにより拒絶反応がおこる。
- ② B細胞，NK細胞，好中球などの食細胞が排除する。
- ③ 自己/非自己の認識はT細胞，好中球などのリンパ球が担う。
- ④ 1回目の移植では二次応答によって移植細胞に対する免疫反応がおこる。

問10 文中の下線部c)について、腎臓が悪くなったネコにネコ以外の動物の腎臓を移植した
場合、腎臓が合成するホルモンの効果がない可能性がある。その理由を推測し、記述式解
答欄4に記せ。

記述式解答欄4

第3問 眼の構造とはたらきに関する文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄 14 ～ 19 , 記述式解答欄 5 ～ 7

ヒトの眼はきわめて発達した視覚器で、図3-1のような構造を示す。アは瞳孔の大きさを变化させ、イに達する光の量を調節する。イに写し出された像の情報は、ウを通してエの視野に伝達される。a) 見ようとする物体の距離に応じて、オに直接結合しているカとそれに続くキによってオの厚さが変わり、ピントを調節するはたらきがある。イには視細胞があり、イの外側にはクがあり、さらにその外側に強固なケが存在する。イには、コ細胞とサ細胞の2種類の視細胞があり、光刺激を受ける。図3-2は、ヒトの眼球をある特定の面で切断した時の切断面付近の視細胞の密度分布を示したものである。視細胞には光を吸収する色素タンパク質があり、色素タンパク質の構造が変化することにより視細胞が興奮する。コ細胞は主に明るい所ではたらき、光に対する感度は低いが色の識別に関与する。一方、サ細胞は、薄暗い所でよくはたらき、光に対する感度は高いが色の識別に関与しない。サ細胞にはタンパク質とビタミンAからつくられるシという色素タンパク質があり、500 nm 付近の波長の光に最も反応する。イに分布する神経繊維が集まり、イを貫いて眼球から出ていく部分をスといい、ここでは光を感じない。また、コ細胞とサ細胞の2種類の視細胞は網膜での分布が異なり、コ細胞が特に多い場所をセという。

ヒトの眼は非常に広い範囲の光の強さに対応できる。その仕組みの1つは、アのはたらきにより瞳孔の径が変化することによるb) 明暗調節である。もう1つは、視細胞の感度を変化させるという仕組みである。c) 明るい所から暗い所に入ると、視細胞の感度が上昇して見えるようになることをソという。また、暗い所から明るい所に出るとまぶしくてよく見えないが、やがて視細胞の感度が調節されて見えるようになることをタという。

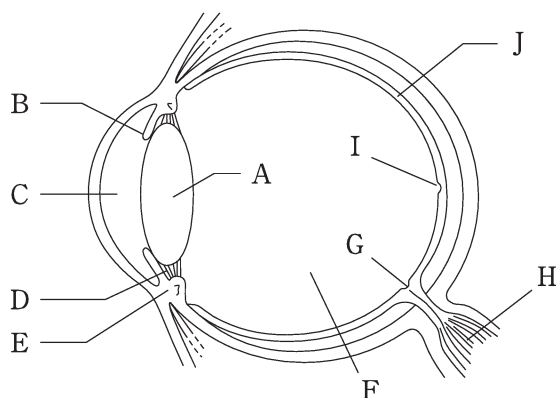


図3-1 ヒトの眼の水平断面を上から見た図

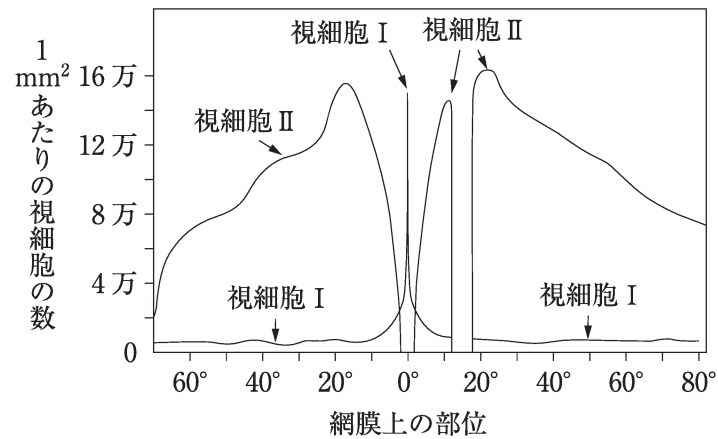


図 3-2 網膜における視細胞の分布

問 1 文中の空欄 **ア** ・ **イ** ・ **ウ** に入る眼の部位を図 3-1 の A～J から選び、その組み合わせとして最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **14**

	ア	イ	ウ
①	D	F	H
②	B	J	H
③	E	F	H
④	D	J	G
⑤	B	F	G
⑥	E	J	G

問 2 文中の空欄 **エ** ・ **ク** ・ **ケ** に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **15**

	エ	ク	ケ
①	大脳	脈絡膜	強膜
②	大脳	強膜	脈絡膜
③	中脳	脈絡膜	強膜
④	中脳	強膜	脈絡膜
⑤	小脳	脈絡膜	強膜
⑥	小脳	強膜	脈絡膜

問3 文中の空欄 **オ** ・ **カ** ・ **キ** に入る眼の部位を図3-1のA～Jから選び、その組み合わせとして最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **16**

	オ	カ	キ
①	A	B	D
②	A	D	B
③	A	D	E
④	C	B	D
⑤	C	D	B
⑥	C	D	E

問4 文中の空欄 **コ** ・ **サ** ・ **ス** ・ **セ** に入るものを **コ** と **サ** は図3-2の視細胞Ⅰ・Ⅱから、**ス** と **セ** は図3-1のA～Jから選び、その組み合わせとして最も適切なものを次の①～④のうちから一つ選べ。

17

	コ	サ	ス	セ
①	視細胞Ⅰ	視細胞Ⅱ	G	I
②	視細胞Ⅱ	視細胞Ⅰ	G	I
③	視細胞Ⅰ	視細胞Ⅱ	I	G
④	視細胞Ⅱ	視細胞Ⅰ	I	G

問5 文中の空欄 **シ** ・ **ソ** ・ **タ** に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **18**

	シ	ソ	タ
①	オブシン	明順応	暗順応
②	オブシン	暗順応	明順応
③	レチナール	明順応	暗順応
④	レチナール	暗順応	明順応
⑤	ロドプシン	明順応	暗順応
⑥	ロドプシン	暗順応	明順応

問6 図3-1の眼の上からみた水平断面図は「右眼」か「左眼」か、理由を含めて記述式解答欄5に示せ。

記述式解答欄5

問7 下線部a)で遠くを見る時の ・ ・ の関係性を、順を追って記述式解答欄6に説明せよ。ただし、解答には ・ ・ としてではなく、入る名称そのものを使い記述せよ。

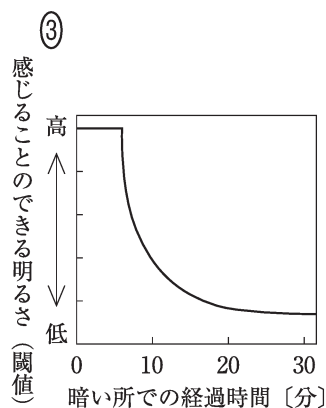
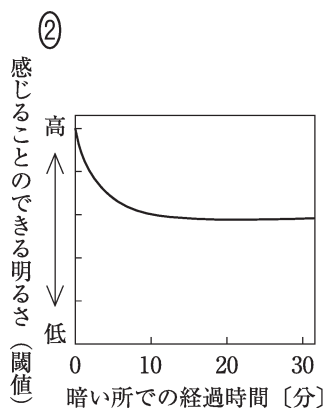
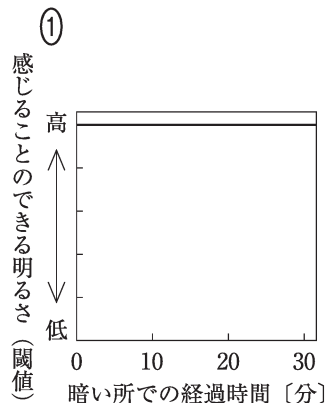
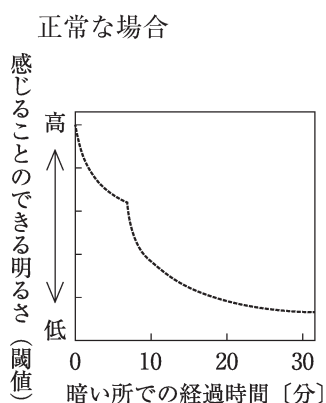
記述式解答欄6

問8 下線部b)で、暗くなった時の の様子を記述式解答欄7に説明し、どうしてそのようになったかの理由も示せ。ただし、解答には としてではなく入る名称そのものを使い記述せよ。

記述式解答欄7

問9 下線部c)について、正常なヒトの視細胞の感度は下図の点線で示すように変化する。しかし、ビタミンAが不足すると、 細胞は働くものの 細胞がはたらかなくなる。この状態における視細胞の感度の変化として正しいものを、次の①～③から一つ選べ。

19



第4問 進化に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

解答欄 20 ～ 22 , 記述式解答欄 8 ～10

約 46 億年前に高温の状態で作られた地球は、やがて冷却されると大気中の水蒸気が液体になり海が形成された。原始大気中の分子は、雷の放電や太陽からの紫外線で化学反応をおこし、アミノ酸や核酸の塩基などの有機物が合成されたと考えられる。さらに様々な有機物が岩などの固体を触媒として合成された可能性がある。また隕石に含まれる有機分子が地球に蓄積されたとする説もある。いずれにしても何らかのメカニズムで太古の地球に有機物が蓄積されていった。その中から核酸とタンパク質からなる代謝と遺伝のメカニズムが作られた過程として、a) RNAワールドがある。40～38 億年前には地球に最初の生命としての b) 細胞 が生まれた。27 億年前にはシアノバクテリアが光合成をするようになり、海水中に酸素が放出されるようになった。それまで海水中に高濃度で存在した鉄は酸素との結合により沈殿し、現在の透明な海と酸素を含む大気が生まれ、c) 多細胞生物の時代が始まった。6 億年前までには数回の全球凍結が起こり、生物が減少したことで多くのニッチが生じた。このニッチを利用して、d) カンブリア紀に多様な多細胞生物の種が生まれた。これをカンブリア紀の大爆発と呼ぶ。この時期に現在の動物のほとんどの祖先が揃ったと言われている。その後、生物種の分化と、多くの生物種の絶滅が繰り返され、現在の生物種群に至っている。

問 1 化学進化において、下線部 a) の RNA ワールドが提唱される理由はなにか。RNA の 2 つのはたらきから、その理由を 記述式解答欄 8 に説明せよ。

問 2 下線部 b) の細胞が生まれる過程では、外界からの隔離が起きたと考えられる。隔離する構造の形成に必要な生体分子として最も可能性の高いものを次の①～④のうちから一つ選べ。20

- ① DNA ② RNA ③ 脂質 ④ 糖

問3 下線部c)の多細胞生物の発生は、ミトコンドリアにより呼吸をする真核細胞が生まれたことによって実現したと考えられる。真核生物のミトコンドリアはどのように生まれたのか、その機構として最もふさわしいものを次の①～④のうちから一つ選べ。

21

- ① 細胞内共生 ② 遺伝子組換え
③ 突然変異 ④ 収斂^{れん}

問4 下線部d)のカンブリア紀のバージェス動物群は、現在の動物と比べて異様に思える形態の生物が見られる。なぜこの時期の化石には、モンスターと呼ばれるような異様な形態を持つ生物種が多いのか、推測される理由を記述式解答欄9に述べよ。

記述式解答欄 9

問5 以下のA～Fの文は、各地質年代(紀)の特徴を示している。A～Fの各年代の順番として最も適切なものを以下の①～④の選択肢から選べ。

- A 木生シダ植物が衰退し、裸子植物が繁栄し始める。爬虫類や哺乳類の祖先が現れたが、この時期の終わりに大量の動物が死滅し、その中で三葉虫も絶滅した。
B この時期に植物が陸上に現れた。海中では三葉虫が繁栄した。
C 陸上には被子植物が広がり、恐竜の絶滅後に哺乳類が繁栄した。
D マツやイチョウなどの裸子植物、恐竜、アンモナイトが繁栄し、鳥の祖先が現れた。
E 被子植物が現れ、鳥類や恐竜が繁栄したが、この紀の終わりに恐竜やアンモナイトが大量絶滅した。
F 陸上に裸子植物が現れ、海中では魚類が繁栄した。昆虫、両生類が現れた。

22

	1	2	3	4	5	6
①	D	A	B	E	C	F
②	B	F	A	D	E	C
③	B	D	A	E	F	C
④	D	F	B	A	C	E

問6 地球上の生命が陸上に上がるためには、大気中に大量の酸素が含まれるようになることが必要だった。その理由を記述式解答欄10に説明せよ。

記述式解答欄10