

奈良県立医科大学 前期

令和 2 年 度

試 験 問 題 ②

学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 10	2 枚	数学、英語は必須解答とする。
英 語	英 語	11 ~ 14	3 枚	
理 科	化 学	15 ~ 28	2 枚	
	生 物	29 ~ 46	2 枚	
	物 理	47 ~ 54	1 枚	

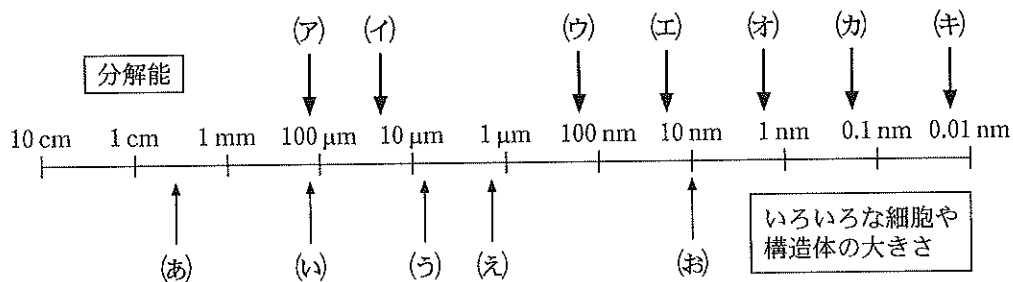
3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(10枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ。
上記①、②の記入がないもの、および理科2科目または理科3科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

生 物

【1】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

17世紀にイギリスの a は、2枚のレンズを使用した光学顕微鏡を使ってコルクの切片を観察し、無数の中空構造を発見した。彼は、それを「Cell (細胞)」と名付けた。19世紀に入ると、ドイツの b は植物細胞を、c は動物細胞を観察して、生物は細胞を基本単位としてできていることを主張した。この頃には、光学顕微鏡の分解能(識別できる2点間の距離)はほぼ限界に到達していた。20世紀になると、光の代わりに電子線を用いた電子顕微鏡が登場し、分解能の飛躍的な向上がみられ、細胞内部の詳細な構造をみるのが可能になった。

図1は、肉眼、および、一般的に用いられる光学顕微鏡と電子顕微鏡の分解能(ア)～(キ)と、いろいろな細胞や構造体の大きさ(あ)～(お)(図1の語群のいずれか1つに対応している)を示したものである。(ア)～(キ)のうち肉眼の分解能を示したものは d , 光学顕微鏡の分解能を示したものは e , 電子顕微鏡の分解能を示したものは f である。また、(あ)～(お)のうちヒトの卵の大きさを示しているものは g , 大腸菌の大きさを示しているものは h , 細胞膜の厚さを示しているものは i である。



【(あ)～(お)に相当する語群】

カエルの卵, 細胞膜の厚さ, ヒトの赤血球, 大腸菌, ヒトの卵

図1

問 1 文中の ~ にあてはまる適切な人名を記せ.

問 2 文中の ~ にあてはまる適切な記号を(ア)~(キ)から選び記せ.

問 3 文中の ~ にあてはまる適切な記号を(あ)~(お)から選び記せ.

問 4 培養皿で培養している細胞の総数を顕微鏡を用いて推定することにした.

まず、培養皿の細胞をすべて集め、3 mL の溶液に懸濁した。この溶液を 10 倍希釈し、図 2 で示した顕微鏡で観察するための容器に、容積と等量入れた。その後、すべての細胞が底面に沈殿するのを待ってから、顕微鏡下で容器内の細胞数を数えた。顕微鏡を用いて観察した像は図 3 であり、黒点は 1 つの細胞を示している。

(1) この容器に入る液体の量は何 mL か答えよ。ただし、 $1 \text{ mL} = 1000 \text{ mm}^3$ である。

(2) 培養皿で培養されていた細胞の総数はいくらかであると考えられるか記せ。

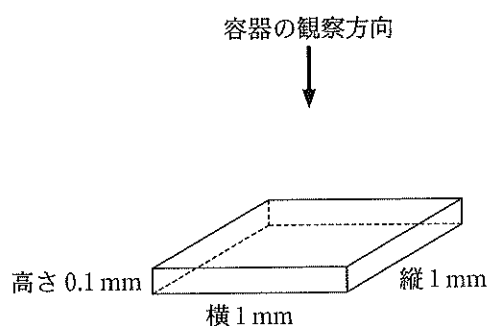


図 2

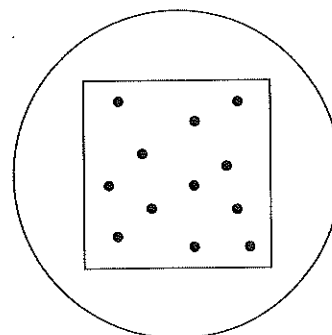


図 3

【2】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

遺伝の法則を発見した が概念としての遺伝子の存在を示したのち、染色体地図を作成した によって、遺伝子は染色体上にあることが示された。染色体はDNAとタンパク質で構成されていることは既に判明していたが、当時はタンパク質が遺伝子の本体であると考えられていた。その後、肺炎双球菌の病原性を持つS型菌と病原性を持たないR型菌を用いたグリフィスの実験^①やエイブリーの実験により、遺伝子の本体がDNAである可能性が示唆されたが、タンパク質が遺伝子の本体である可能性を排除できなかった。

この問題を解決したのは、 と である。彼らは、バクテリオファージ(T₂ファージ)と呼ばれるウイルスのタンパク質とDNAを放射性同位体で別々に標識し、それぞれを試料1、試料2とした。試料1ではタンパク質^②には含まれるがDNAには含まれない元素の放射性同位体で標識し、試料2ではDNAには含まれるがタンパク質には含まれない元素の放射性同位体で標識した。それらを別々に大腸菌に感染させたのち、攪拌と遠心分離を行い、ファージの外殻(上澄み)と大腸菌(沈殿)に分離した。それらを解析したところ、 の上澄みからは放射性同位体が検出されたが、 の上澄みからは放射性同位体が検出されなかった。また、 の沈殿からは放射性同位体が検出されなかったが、 の沈殿からは放射性同位体が検出された。しばらくすると、どちらの沈殿からも大量のファージが現れた、この実験結果^③から、遺伝子の本体がDNAであることが認められるようになった。

問 1 文中の ~ にあてはまる適切な人名を記せ.

問 2 文中の ~ には試料 1 または試料 2 という言葉があてはまる. 試料 1 があてはまるものをすべて選び, その記号を記せ.

問 3 下線部 ① について, グリフィスの実験と結果を正しく示したものを (ア) ~ (エ) から 1 つ選び, その記号を記せ.

- (ア) S 型菌をすりつぶした抽出液をタンパク質分解酵素で処理し, R 型菌に混ぜて培養したところ, S 型菌が出現した.
- (イ) 熱で殺した S 型菌と生きた R 型菌を一緒にマウスに注射したところ, マウスは発病し死亡したが, マウス体内に S 型菌は存在しなかった.
- (ウ) S 型菌をすりつぶした抽出液を DNA 分解酵素で処理し, R 型菌に混ぜて培養したところ, S 型菌は出現しなかった.
- (エ) 熱で殺した S 型菌と生きた R 型菌を一緒にマウスに注射したところ, マウスは死亡し, マウス体内に S 型菌が存在していた.

問 4 下線部 ② について, 使用したと考えられる放射性同位体を 1 つ選び, その記号を記せ.

- (ア) ^3H (イ) ^{14}C (ウ) ^{32}P (エ) ^{35}S

問 5 下線部 ③ について, この実験結果から DNA が遺伝子の本体であると思われる理由を, 「遺伝物質」という用語を用いて記せ.

【3】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

DNAは逆向きの2本のヌクレオチド鎖からなる二重らせん構造をしており、各鎖の基本単位であるヌクレオチドの塩基の間で、アデニンと 、グアニンとシトシンが と呼ばれる結合で対を形成している。

DNAの複製では、はじめに と呼ばれるタンパク質によってDNAの特定部分の二重らせん構造がほどける。DNAのこの部分は複製起点と呼ばれ、真核細胞のDNAには多数、大半の原核細胞には1つ存在する。ほどけた複製起点から新たなDNAがDNAポリメラーゼによって合成され、その開始には短いRNA鎖から成るプライマーが必要である。また、DNAポリメラーゼはヌクレオチド鎖を5'から3'方向にしか合成できないため、ほどける方向に連続的に合成される と、逆向きに断片が不連続に合成される の2種類がつくられる。後者の断片は発見者名にちなんで と呼ばれる。最後に、合成されたDNA鎖は と呼ばれる酵素によって連結される。この際に、最初にプライマーとして用いられたRNA部分は取り除かれる。このプライマーが除かれる現象は真核細胞のテロメア領域におけるDNA複製に影響し、そのため例えばヒトの体細胞は一定の回数^①の分裂後には新たに分裂できなくなると考えられている。

問1 文中の ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、一定の回数^①の分裂後には分裂できなくなる。その理由を「テロメア」の用語を用いて解答欄の枠内に記せ。

問3 真核生物では100万塩基対のDNA部分が複製するために、どのくらいの時間が必要と予想できるか。ただし、DNAポリメラーゼによる合成速度は1分あたり1,000ヌクレオチドとし、複製するDNA部分の一方の端から0, 10, 40, 90および100万塩基対の位置に複製起点が計5つあり、それらから同時に複製が開始するものとする。解答は分の単位で記せ。

【4】 聴覚は空気の振動を感じる感覚で、ヒトの耳はその受容器である。次の文を読み、問1～問4に答えよ。

問1 空気中を伝わってきた空気の振動は、さまざまな器官や細胞を経て聴覚として知覚される。以下の(ア)～(カ)を、空気の振動から大脳までその情報が伝わる順に解答欄(1)～(6)に、その記号を記せ。

- | | | |
|----------------|---------|---------|
| (ア) うずまき管のリンパ液 | (イ) 聴神経 | (ウ) 耳小骨 |
| (エ) コルチ器 | (オ) 基底膜 | (カ) 鼓膜 |

空気の振動 → (1) → (2) → (3) → (4) → (5) → (6) → 大脳

問2 問1の(ア)～(カ)のうち、物理的な振動を電気的な信号に変換するものはどれか、その記号を記せ。

問3 ヒトの耳は、およそ20ヘルツから20,000ヘルツの音を聞くことができる。音の高低を聞き分けることができる仕組みを、「うずまき管」、「基底膜」、「聴細胞」の用語を用いて、解答欄の枠内に記せ。

問4 耳のはたらきには、聴覚のほかに平衡覚があり、からだの傾きや回転を感じるができる。からだの(1)傾きと(2)回転について、(a)それらを感じる平衡受容器の名称、(b)平衡受容器の中を移動して感覚細胞を刺激するものの名称、および(c)それらが重力と慣性のいずれを利用しているかを記せ。

【5】 次の文を読み，問1～問3に答えよ。

2つの抗生物質 α あるいは β に対する耐性遺伝子(α 耐性遺伝子， β 耐性遺伝子とする)それぞれを，2倍体($2n=4$)の植物Aに組み込んだトランスジェニック植物をつくり，遺伝に関する実験を行った。なお，耐性遺伝子を組み込んだトランスジェニック植物は，それぞれの抗生物質を含む培地でも枯死せず，成長する。

α 耐性遺伝子をもつ植物は2個体得られ(植物Bと植物Cとする)，遺伝子の調査によって植物Bには α 耐性遺伝子が1つ組み込まれており，植物Cには2つ組み込まれていることがわかった。それぞれの植物について自家受精させて種子を得た。それらの種子を抗生物質 α を含む培地にまいたところ，植物Bでは^①まいた種子のうち3/4の種子が発芽し成長したが，残りの個体はまもなく枯死した。一方，植物Cからとった種子は，すべて発芽し成長した。

^② β 耐性遺伝子をもつ植物も2個体得られ(植物Dと植物Eとする)，両者ともに遺伝子が1つずつ組み込まれていた。植物Dと植物Eのそれぞれを，前述の抗生物質 α 耐性の植物Bと交雑させ，得られた種子を α ， β 両方の抗生物質を含む培地にまいた。すると，これらの F_1 の種子はともに の割合で発芽・成長し，残りは枯死した。次に，それぞれの組み合わせで生存した F_1 の個体を自家受精させ，得られた種子を α ， β 両方の抗生物質を含む培地にまいた。すると，植物Bと植物Dの F_1 から得られた F_2 の種子では の割合で発芽し成長したことから，植物Bと植物Dに組み込まれた遺伝子は同じ対の相同染色体に導入されていることがわかった。一方，植物Bと植物Eの F_1 から得られた F_2 の種子では の割合で発芽し成長したことから，それぞれ異なる対の相同染色体に遺伝子が組み込まれたことがわかった。

問 1 下線部①について、植物Bを自家受精させて得た種子のうち、発芽し成長した個体の遺伝子座の模式図として考えられるものを、図1の(ア)~(カ)の中からすべて選び、その記号を記せ。図1は核内の2対の相同染色体を表す。なお、植物Bの核は図1の左に示した通りであったとする。また、塗りつぶした部分は導入遺伝子を表し、遺伝子の組換えや転座は起こらないものとする。

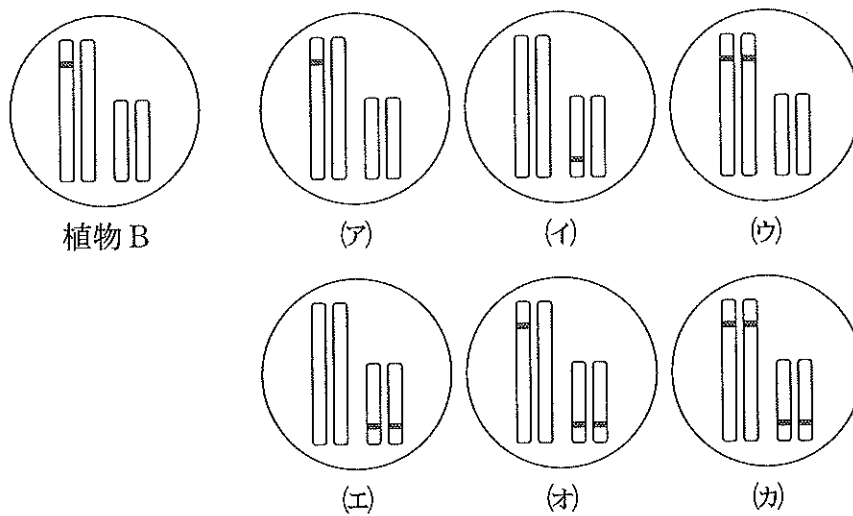


図1

問 2 下線部②について、植物Cの遺伝子座の模式図として考えられるものを、図2の(あ)~(え)から1つ選び、その記号を記せ。図2は核内の2対の相同染色体を表す。塗りつぶした部分は導入遺伝子を表し、遺伝子の組換えや転座は起こらないものとする。

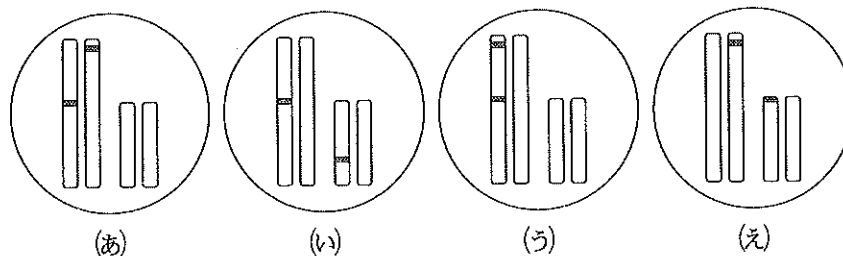


図2

問 3 文中の a ~ c にあてはまる適切な数字を分数で記せ。

【6】 次の問1，問2に答えよ。

問1 図1は，発生中の両生類の初期神経胚の正中断面図である。

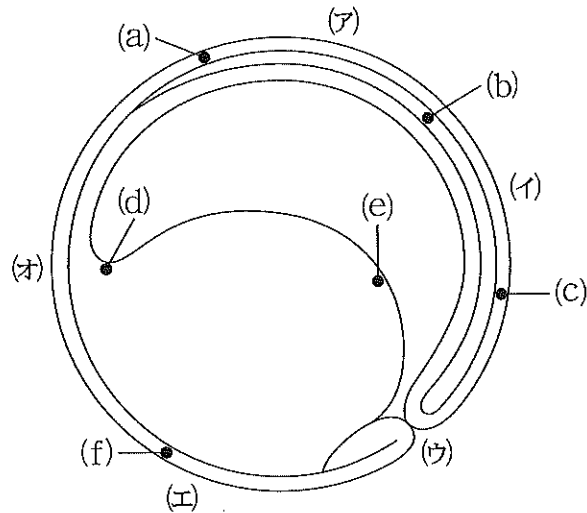


図1

- (1) 領域(a)~(f)は将来どの組織に分化するか。以下の語群のなかから適切な語を選び記せ。

[語群]

表皮，腸管，脊索，体節，脊髄，脳，腎管，咽頭

- (2) 将来，口となる位置を(ア)~(オ)から1つ選び記せ。
(3) 図1のような口と原口の関係を示す三胚葉動物の総称を記せ。
(4) (3)と同じ分類群に含まれる動物を下の動物名からすべて選び記せ。

イカ，クラゲ，線虫，ナメクジウオ，ハエ，ヒトデ，プラナリア，ホヤ

問 2 ある発生時期の胚の部分が将来どの組織に分化するのかを確かめる方法として、生体に毒性のない色素で胚の表面の一部を染めて、発生が進んだのちにどの組織が染まっているかを調べる方法^①がある。近年では、特定の割球に無害な蛍光物質やタンパク質を注入する方法^②も利用されている。

- (1) 下線部①について、この方法の名称を記せ。
- (2) 下線部②について、下村脩がオワンクラゲから発見したタンパク質やその遺伝子も細胞の標識に使われている。そのタンパク質の名称を記せ。
- (3) 下線部②について、割球を標識する方法が、下線部①の方法と比較して優れている点を1つ記せ。

【7】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

食う食われるの関係は自然界で広くみられる種間関係である。この種間関係の中で他種を食べる種は a と呼ばれ、他種に食べられる種は b と呼ばれる。ある容器のなかで、食う食われるの関係にあるダニAとダニBを飼育した。その際に食われる側のダニしか入れない避難場所をつくり、それぞれの種の個体数変動を数十世代にわたって記録するという実験を行った。その結果、図1にあるように、期間中に2種の個体数は大きく変動した。

ライオンなどのような上位の a ^①も、植物を食べるウシやシカの仲間を餌とすることで、間接的に植物とつながりがある。このように直接的な食う食われるの関係になくとも、生態系のなかでは多くの生物種がつながっている。 ^②

岩礁潮間帯においてヒトデは上位の a である。このヒトデを継続的に岩礁から取り除くという実験をすると、それまで共存していたフジツボなど数種類の甲殻類と貝類のほとんどが激減し、イガイのみが増加した。 ^③このように、生態系の中ではたった1種の生物を取り除くだけで生物群集が大きく変化すること ^④がある。

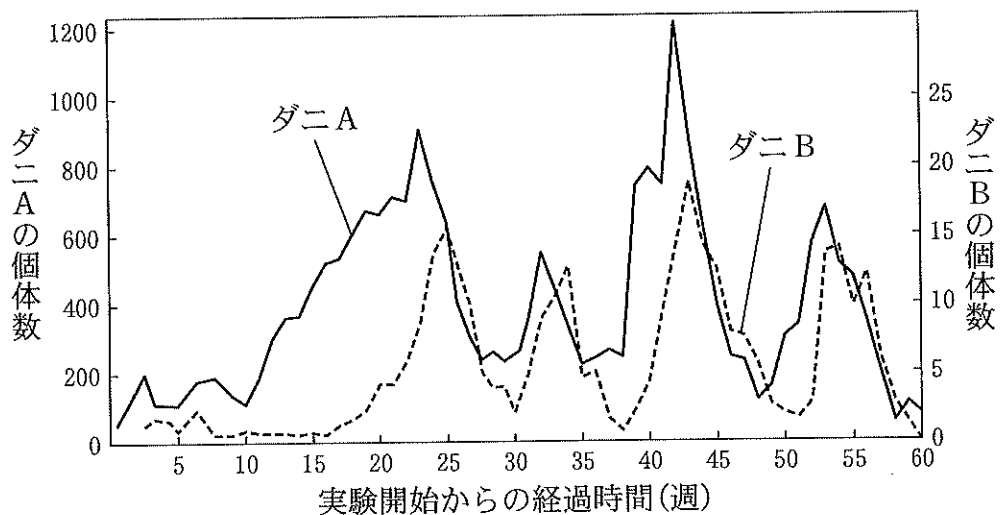


図1

問 1 文中の a と b にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部①について,

- (1) この実験において, 食う側の種はダニ A とダニ B のどちらか記せ.
- (2) (1)の判断をした理由を 2 つ, 解答欄の枠内に記せ.

問 3 下線部②について, 食う食われるの関係の全体を何と呼ぶか記せ.

問 4 下線部③について, なぜヒトデがいる場合にはイガイとフジツボが共存できるのか, その理由を解答欄の枠内に記せ.

問 5 下線部④について, その種を除くと群集が大きく変化する生物種は何と呼ばれるか記せ.

【8】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

森林は、年降水量が十分にある地域に成立する植生である。さらに、年平均気温の違いにより、地域で異なる森林のバイオームを形成している。熱帯多雨林などでは、さまざまな植物が空間を立体的に利用して生活している。よく発達した森林では、構成する植物の高さによって、上から高木層、、、草本層が認められる。森林にみられるこのような垂直方向の層状構造はと呼ばれる。また、高木層の樹木が枝や葉を広げた部分はと呼ばれ、地表に近い部分は林床と呼ばれる。

このような森林では、樹木が内部の光環境に大きな影響を与えている。森林に入る太陽光を100%とすると、高木層を通過した光は急激に減少し、その下の層のでは、約10%に減少し、更に下層を通過した光は、林床では数%になる。そのため、林床では、比較的弱い光でも成長できる陰生植物が優占する。しかし、ある森林のバイオームの草本層では、1年のうちのある時期に陽生植物の群落が優占することがある。

問 1 文中の a ~ d にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部 ① について, 森林の層状構造があまり発達しないバイオームを 1 つ記せ.

問 3 下線部 ② について, 陽生植物とくらべたとき, 陰生植物の光・光合成曲線について, 以下の表 1 より組み合わせの正しいものを (あ)~(く) より 1 つ選び, その記号を記せ.

表 1

	(あ)	(い)	(う)	(え)	(お)	(か)	(き)	(く)
呼吸量	大きい	大きい	大きい	小さい	大きい	小さい	小さい	小さい
光補償点	高い	高い	低い	高い	低い	高い	低い	低い
光飽和点	高い	低い	高い	高い	低い	低い	高い	低い

問 4 下線部 ③ について,

- (1) このバイオームの名称を記せ.
- (2) 早春の林床で目立つ花が咲く群落をつくる陽生植物の名称を 1 つ記せ.
- (3) この陽生植物はバイオームの光環境の季節変化にどのように適応しているか, 解答欄の枠内に記せ.

【9】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

地質時代の変わり目には生物の大絶滅が起こり、生物相に大きな変化が生じた。このためそれぞれの時代に特有の化石が存在することになる。光合成によって酸素を放出するシアノバクテリアが生存したことを示す痕跡は という岩石から発見された。27億年～25億年前の地層からこの岩石が大量に見つかっている。シアノバクテリアが放出した酸素は海中に溶け込み、海中の鉄分を酸化して酸化鉄を海底に沈殿させ を形成させた。その後、約19億年前に真核生物が現れ、約10億年前に最初が多細胞生物が出現した。先カンブリア時代の末には、地球規模の気温の低下が起きて、地球の大部分が氷河で覆われ、大規模な生物の絶滅が起きた。この後に現れた先カンブリア時代最後の生物群をエディアカラ生物群という。この生物群が絶滅した後、カンブリア紀になってさらに多様な動物群が出現した。この時代の生物の多様化は と呼ばれている。カナダのロッキー山脈からみつかったバージェス動物群と中国雲南省からみつかった が知られている。

光合成を行う生物が増加し大気中の酸素が増えると、成層圏に が形成され、生物に有害な紫外線を吸収するようになった。紫外線の減少によって陸上での生存が可能になり、シルル紀には植物が陸上に進出し、シルル紀からデボン紀には動物も陸上に進出した。デボン紀後期には、 の中から、肺を備え、ひれの内部に発達した骨をもつものが上陸し、四肢を備えた原始的な へ進化した。

問 1 文中の a ~ g にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部 ① について, このような化石の名称を記せ.

問 3 下線部 ② について, このような現象の名称を記せ.

問 4 下線部 ③ と ④ について, (1)エディアカラ生物群と(2)バージェス動物群
に含まれる生物をそれぞれ2つ, 下から選び解答欄に記せ.

アノマロカリス, アンモナイト, イクチオステガ, 三葉虫
ディキンソニア, トリブラキディウム

問 5 下線部 ⑤ について, 陸上に進出した動物門を2つ記せ.

【10】 次の問1，問2に答えよ。

問1 以下の文(1)~(6)について，下線部が正しい場合は○を，間違っている場合は正しい語句や表現を記せ。

- (1) ハーディ・ワインベルグ平衡にある集団において，1組の対立遺伝子Aとaについて，遺伝子型AAとAaとaaの個体数が5：2：3の割合で存在するとき，次世代におけるaの遺伝子頻度は0.6である。
- (2) 菌類は古細菌ドメインに属する。
- (3) マツタケやシイタケが属する子のう菌類では，菌糸が発達してキノコと呼ばれる子実体を形成する。
- (4) 粘菌類は，ムラサキホコリカビなどの変形菌とキイロタマホコリカビなどの細胞性粘菌に分けられる。
- (5) コケ植物とは，ゼニゴケ，ツノゴケ，スギゴケなどをさす。ふつう観察される植物体は前葉体と呼ばれ，配偶子をつくる。
- (6) 藻類の葉緑体には，光合成色素として少なくともキサントフィルが必ず含まれている。

問2 地質時代のうち，(A)古生代，(B)中生代，(C)新生代，それぞれの時代にみられた出来事を，以下の(ア)~(カ)からすべて選び，その記号を記せ。

- | | |
|-------------|-------------|
| (ア) 裸子植物の出現 | (イ) 裸子植物の繁栄 |
| (ウ) シダ植物の出現 | (エ) シダ植物の繁栄 |
| (オ) 被子植物の出現 | (カ) 被子植物の繁栄 |

— 余 白 —

(このページに問題はありません)