

生 物

〔I〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

動物は、体外からの刺激を感覚器で受け取って、それに応じた反応や行動を起こす。この情報伝達において、刺激はまず感覚器にある（①）によって電気信号に変換される。この電気信号は、求心性神経を介して（②）神経系に伝達され、そこで統合処理される。統合された情報は、遠心性神経を介して筋肉や分泌腺などの（③）へと伝わり、反応が引き起こされる。

神経細胞（ニューロン）は、電気的な信号を発生させ、情報を伝える細胞である。ニューロンの細胞体から伸びる長い突起は（④）と呼ばれ、その周りにはシュワン細胞の細胞膜が何重にも巻きついて（⑤）を形成する。この構造がある神経繊維では、活動電位は（⑥）絞輪と呼ばれる一定の間隔で露出した部分を飛び跳ねるように伝わるため、情報の伝導速度が非常に速くなる。

問1 文中の（①）～（⑥）に当てはまる最適な語を答えよ。

問2 次の小問について、それぞれ答えよ。

小問1 ヒトの感覚器に関する記述として、正しいものをア)～オ)から1つ選び、記号で答えよ。

ア) 網膜に存在する視細胞のうち、錐体細胞は暗い場所での視覚を、桿体細胞は明るい場所での色覚をそれぞれ担っている。

イ) 耳の奥にあるうずまき管では、音の周波数の違いが基底膜の異なる場所の振動として検出され、これにより音の高さが識別される。

ウ) 平衡感覚は、耳の奥にある半規管が重力の方向を、前庭が体の回転をそれぞれ感知する。

エ) 味覚は、舌にある味覚器で甘味、塩味、酸味、苦味、辛味の5種類の基本的な味を区別して受容する。

オ) 嗅覚は、鼻の奥にある嗅覚器で化学物質を受容するが、においの種類を区別することはない。

小問2 シナプスにおける伝達に関する記述として、正しいものをア)～オ) から1つ選び、記号で答えよ。

- ア) シナプス後細胞に興奮性シナプス後電位 (EPSP) が発生すると、常に活動電位が誘発される。
- イ) 神経伝達物質が放出されるのは、主にシナプス後膜であり、その情報を受け取る側がシナプス前膜である。
- ウ) 複数の興奮性シナプスからの信号が加重され、活動電位の閾値に達することがある。
- エ) 興奮性シナプスでは、カルシウムイオン (Ca^{2+}) がシナプス間隙に放出され、これがシナプス後膜の活動電位発生を直接引き起こす。
- オ) 化学シナプスにおける興奮の伝達は、活動電流が直接隣接する細胞に流れることで行われる。

問3 運動ニューロンから骨格筋への興奮伝達と筋収縮において、 Ca^{2+} の流入や放出はどのような役割を果たすか。神経伝達物質名を含めて70字以内で説明せよ。ただし Ca^{2+} の字数は1文字とする。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問に答えよ

DNA の複製は、2 本鎖 DNA の間の塩基どうしを結ぶ（ア）結合が切れて、二重らせんがほどけることから始まる。二重らせんがほどけると、二本に分かれた DNA 鎖の（イ）に対し、相補的な塩基を持つヌクレオチドが並ぶ。その後、隣り合ったヌクレオチドが（ウ）の作用で次々に結合して新しい DNA 鎖が合成され、この新しい鎖は鋳型となった DNA 鎖と相補的に結合する。このような複製の仕組みを（エ）的複製という。

DNA の複製は細胞周期の間期の S 期に起こる。S 期の前後には G₁ 期と G₂ 期があり、G₂ 期を過ぎると細胞は分裂期（M 期）に入る。分裂期は分裂の段階により、前期、中期、後期、終期に分けられる。

問 1 文章中の（ア）～（エ）に当てはまる最適な語を次の①～⑨から選び、記号で答えよ。

- ① ジスルフィド ② 保存 ③ DNA リガーゼ ④ DNA ポリメラーゼ
 ⑤ 両方 ⑥ 片方 ⑦ 半保存 ⑧ 倍数
 ⑨ 水素

問 2 文章中の下線部について、次の実験に関する文章を読み、小問に答えよ。

実験に関する文章：植物の根の先端には盛んに体細胞分裂をしている細胞の集団があり、これを（オ）組織という。ある植物の（オ）組織から細胞集団をとり、その染色体の様子を顕微鏡で観察し、染色体の状態から分裂期の細胞を選び出して、前期、中期、後期、終期に分類した。

小問 1 文章中の（オ）に当てはまる最適な語を漢字 4 字で答えよ。

小問2 下線部の顕微鏡での観察を行う前に、細胞の染色体の状態を見やすくする処理を行う必要がある。この処理に必要な操作を次のア～ウに記述した。これらの操作の最適な目的を次の解答群①～⑤からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 細胞集団を酢酸または酢酸アルコールに5-20分浸す。
 イ. 細胞集団を約60℃の希塩酸に10-20秒浸す。
 ウ. 細胞集団を酢酸カーミン、または酢酸オルセインに10分ほど浸す。

- 【解答群】 ① スライドガラスに細胞を貼り付ける ② 細胞どうしの結合を弱める
 ③ DNAを染色する ④ 細胞の変化を止める
 ⑤ 細胞質基質を染色する

小問3 文章中の下線部について、分裂期の前期、中期、後期、終期の核の様子の説明として最適な記述と顕微鏡像をそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

【記述】

- a. 複製された2本の染色体が分離し、細胞の両極に移動する。
 b. 強く凝縮した染色体が細胞の中央に集まる。
 c. 核内に分散していた染色体が凝縮しはじめ、太く短くなる。
 d. 両極に移動した染色体の凝縮が弱まり、分散し始める。

【顕微鏡像】



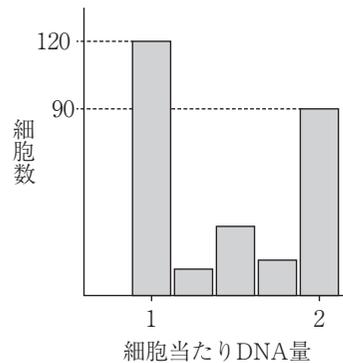
小問4 文章中の（オ）組織の細胞集団につき，各分裂過程の細胞の数を数えると，次の表のようになった。この情報から，間期にかかる時間の長さを答えよ。また表中の間期の細胞をとり，各細胞のDNA量を測ると次のグラフの結果が得られた。G₁期，G₂期に要する時間をそれぞれ計算し，答えよ。ただし1回の細胞周期に要する時間は20時間であることが知られている。最終的な解答は必要があれば小数点以下を切り捨て，整数とすること。

表

観察したすべての細胞	300 個
間期の細胞	270 個
前期の細胞	16 個
中期の細胞	5 個
後期の細胞	4 個
終期の細胞	5 個

※表中の前期，中期，後期，終期は分裂期の分裂過程を示す。

グラフ

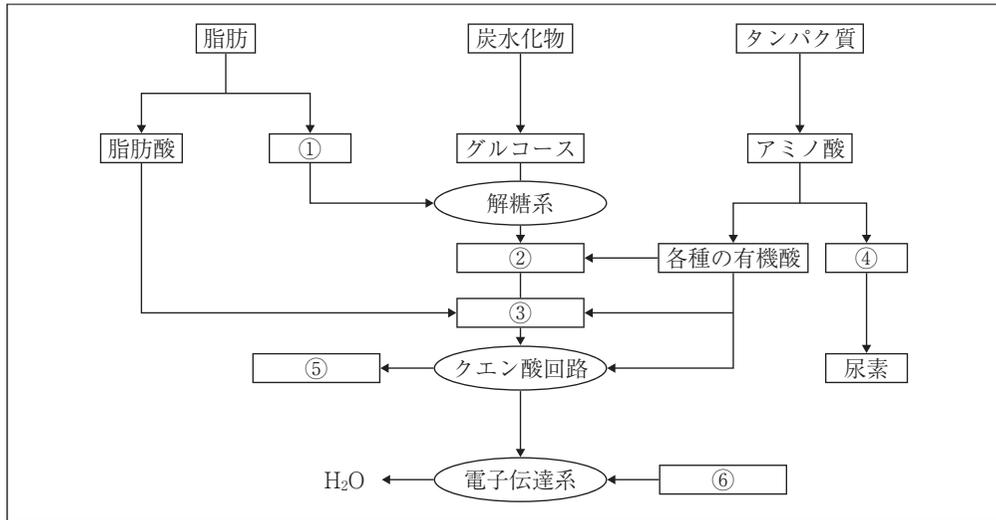


問3 体細胞分裂の細胞周期のG₂期における細胞のDNA量を1とすると，減数分裂の第一分裂が終了した直後の1つの細胞，減数分裂の第二分裂が終了した直後の1つの細胞について，それぞれのDNA量はいくつになるか答えよ。

生	6
---	---

このページは空白

〔Ⅲ〕 図は、動物の生体内における栄養素の代謝を示している。各問に答えよ。



図

問1 図中の (①) ~ (③) に入る最適な語を次の解答群からそれぞれ選び、答えよ。

【解答群】

トリグリセリド, 乳酸, コハク酸, ピルビン酸, グリセリン
 アセチル CoA, フルクトース, グルコース-6-リン酸

問2 図中の脂肪酸から (③) へ代謝を行っている細胞小器官の名称を答えよ。

問3 図中の電子伝達系で ATP 産生のために使われるものとして最適な語を次の解答群から 2つ選び、答えよ。

【解答群】

NAD⁺, NADH, NADP⁺, NADPH, FAD⁺, FADH₂

問4 図中の(④)は、アミノ酸のアミノ基が脱アミノ反応によって遊離することで生じる。(④)に当てはまる最適な物質名を答えよ。

問5 呼吸で発生した図中の(⑤)と消費された図中の(⑥)の体積比は呼吸商と呼ばれ、使われた呼吸基質(図中の炭水化物、脂肪、アミノ酸)によって一定の値となる。(⑤)と(⑥)に当てはまる最も適切な物質名をそれぞれ答えよ。

問6 炭水化物の呼吸商を1、脂肪の呼吸商を0.7、アミノ酸の呼吸商を0.8とする。このとき、炭水化物と脂肪だけを食べて呼吸商が0.8になった場合、炭水化物の分解に使われた酸素と脂肪の分解に使われた酸素の割合を求め、その比を答えよ。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

生物多様性は、遺伝的多様性、(①)、生態系多様性の3つに区分して捉えられることが多い。このうち(①)についてみると、現在、^(a)地球全体で190万種ほどが知られ、実際にはその10倍を超える種が存在するとも考えられている。このような膨大な種の数はずっと1つの起源に端を発し、その後、種分化を繰り返すことで多様化していった。しかし、地球上にみられる生物の種数は時間とともに一定の割合で増大してきたわけではなく、少なくとも5回ないし6回の(②)が起きたと考えられている。(②)が起これると、それを生き延びた生物群の一部が、競争相手がなくなった様々な環境にあわせて進化していくことで一気に多様化した。これを(③)という。^(b)(③)は(①)の低い島に新たな生物群がたどり着くことでも起こる場合がある。

現在地球上の生物は、人為活動の影響などによって再び(②)の危機に直面している。通常、生物群集は多様な生物種が相互に関わりあうことで安定した状態を保っている。そのため、ある種がいなくなると、生物群集全体のバランスが崩れ、多くの種が次々に消滅してしまうこともある。一方、1つの種に着目したとき、個体数がある程度まで減ってしまうと、個体数が少ないことにより、いくつかの要因が新たに生じ、個体群が消滅へと向かうことがある。

問1 文中の(①)～(③)に当てはまる最も適切な語を次のア)～オ)から1つ選び、記号で答えよ。ただし、同じ番号には同じ記号が当てはまる。

ア) 種多様性 イ) 大量絶滅 ウ) 適応放散 エ) 保全 オ) 競争

問2 下線部aについて、多様な生物の種を体系的に整理するため、生物分類では8つの基本的な階級を設けている。これらは包括的な方から順に「ドメイン、界、門、綱、(i)、(ii)、(iii)、種」である。これら(i)～(iii)に当てはまる階級を次のア)～カ)からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号を繰り返し答えても良い。

ア) 亜種 イ) 変異 ウ) 品 エ) 属 オ) 科 カ) 目

問3 今からおよそ5億4000万年前頃に大形動物を含む多細胞生物が一気に多様化し、突如として現在見られる主要な動物群の祖先が出そろったとされている。そのできごとを何と
いうか、次のア)～エ)から1つ選び、記号で答えよ。

ア) 氷河期大爆発 イ) 多様進化 ウ) カンブリア大爆発 エ) ジュラ紀大爆発

問4 下線部bのような現象を通じ、異なる地域の間で、系統的に起源の異なる種が類似した姿になることがある。これを何と
いうか、次のア)～エ)から1つ選び、記号で答えよ。

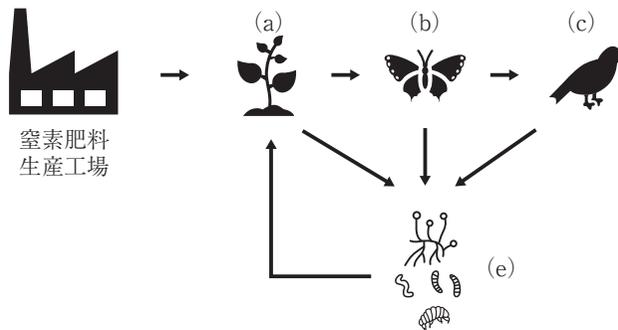
ア) 収れん イ) 分化 ウ) 痕跡 エ) 分散

〔V〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

多くの植物は無機窒素化合物として（ア）と（イ）を根から吸収する。（ア）は植物の中で（イ）に還元され、葉に輸送される。（イ）は最初にグルタミン酸と結合し、そのあと様々な有機酸にアミノ基として転移し、最終的に様々な有機窒素化合物が合成される。このことを（ウ）という。

植物にとっても、動物にとっても、窒素はからだを作るために必須の元素であるが、ほとんどの生物は、大気中に（エ）存在する窒素ガスを直接利用することができない。これは窒素原子が極めて強い共有結合でつながっており反応性が低いからである。そのため窒素ガスを利用するにはこの共有結合を解離させるために大きなエネルギーを必要とする。一部の（オ）は、この窒素ガスを直接利用し、反応性の窒素化合物に変換し、それを生態系に導入することができる。ほとんどの生物は、この一部の（オ）による（カ）に、窒素源を大きく依存している。農業においては、植物の栽培は窒素肥料に大きく依存しており、その大部分が電気を使った高温高压の（キ）法で、窒素をアンモニアに変換して作られる。

図は陸上の生態系の窒素の循環を示したものである。（オ）などによって生態系に導入された窒素は、まず（a）である植物によって利用される。（a）やその産物は（b）消費者によって摂食され、（b）消費者はさらに（c）消費者によって摂食される。一般に（a）からはじめて、高次の栄養段階になるほどその生物量（バイオマス）は減っていく。生態系に含まれる生物の個体数などを、（a）を下にして栄養段階の順に積み上げていくと、一般的に上位の者ほど小さくなる。これらをまとめて生態（d）と呼ぶ。またこれら生物たちの遺骸やふんなどの一部は、（e）としての微生物の栄養源として利用され、それらのからだの一部となる。（e）もさらに別の（e）により処理されて最終的に窒素は無機物として環境に放出される。つまり、農業に利用されている窒素肥料は工場で人工的に作られ、この肥料に含まれる窒素は、植物によって取り込まれて利用されている。



図：(a)～(e)は文章中の(a)～(e)に対応する。
ただし図の絵の生物は、例の1つを示す。

問1 文中の空欄（ア）～（キ）に入る最適な語を、それぞれ次の解答群から選び、答えよ。ただし、（エ）の数値は小数点以下を切り捨てて表記している。

【解答群】

- （ア）硝酸イオン，エチレン，アミノ酸，タンパク質
- （イ）硫酸イオン，アンモニウムイオン，アミノ酸，タンパク質
- （ウ）窒素同化，窒素固定，アミノ化，窒素結合
- （エ）58%，68%，78%，88%
- （オ）原生生物，原核生物，マメ科植物，真核生物
- （カ）窒素固定，窒素吸収，窒素資化，窒素呼吸
- （キ）ハーバー・ボッシュ，ジェームス・ワット，トーマス・エジソン，フンボルト

問2 （オ）に分類されるものを、次の解答群から2つ選べ

【解答群】

クロレラ，酵母，クラミドモナス，根粒菌，シアノバクテリア

問3 （a）～（e）に当てはまる最適な語を答えよ。ただし同じ記号には同じ語が当てはまる。