

〔Ⅰ〕 遺伝子の発現に関する次の文章を読み、問1～問8に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

生物は、細胞内に核を有する真核生物<sup>(a)</sup>と、核を有しない  とに大別される。真核生物の核には、折りたたまれた DNA とタンパク質からなる染色体<sup>(b)</sup>が存在している。DNA は  核酸ともよばれ、単糖および塩基<sup>(c)</sup>と  が結合した  が長い鎖状になったものである。DNA は二重らせん構造<sup>(d)</sup>を有しており、 的複製によって遺伝形質が子孫に伝えられる。DNA の遺伝情報は、 と翻訳の二つの過程を経て、発現する。まず、DNA を鋳型にして、 という酵素により伝令 RNA (mRNA)<sup>(e)</sup>が合成される。その後、伝令 RNA は核から核外へ輸送され、 に結合するリボソーム、もしくは細胞質に存在するリボソームにおいてタンパク質が合成される。合成されたタンパク質は、目的の細胞小器官や細胞外に輸送された後<sup>(f)</sup>、その機能を発揮し、生命活動に参画する。

問1 上の文章中  ～  にもっとも適当な語句を記入せよ。

問2 下線(a)の真核生物について、次の(ア)～(キ)のうち正しい内容の記述を選び、その記号をすべて記入せよ。

- (ア) 真核生物は、核にだけ DNA を持つ。
- (イ) 無性生殖は真核生物でも観察される。
- (ウ) 真核生物の中には単細胞生物も存在する。
- (エ) 光合成を行う生物は、すべて真核生物である。
- (オ) 酵母は真核生物であるが、大腸菌は真核生物ではない。
- (カ) ラン藻もシイタケも真核生物である。
- (キ) 大腸菌もアオカビも真核生物ではない。

問3 下線(b)に関連して、ヒトの体細胞の染色体は何本あるか。次の(ア)～(カ)から正しいものを選び、その記号を記入せよ。

- (ア) 4    (イ) 12    (ウ) 24    (エ) 32    (オ) 46    (カ) 92

- 問 4 下線(c)に関して、DNA の単糖と塩基は、RNA の単糖と塩基とは異なっている。両者の単糖および塩基の相違点を 100 字以内で述べよ。
- 問 5 下線(d)の、DNA の二重らせん構造を提唱し、ノーベル賞を受賞した 2 人の人物は誰か。その人名を記入せよ。
- 問 6 下線(e)の伝令 RNA(mRNA)とリボソーム RNA(rRNA)以外に、もう一種類の RNA が翻訳には必要である。この RNA の名称を記入し、その役割について、100 字以内で述べよ。
- 問 7 下線(f)において、クエン酸回路の酵素であるコハク酸脱水素酵素は、細胞内のどこに輸送されるか。その細胞小器官の名称を記入せよ。
- 問 8 ヒトの DNA は、半数体あたり、約 30 億塩基対からなると言われている。そして、その DNA の中には、約 35,000 個の遺伝子があると予想されており、それぞれの遺伝子は一つのタンパク質のアミノ酸配列を指定している。一つのタンパク質が平均 400 個のアミノ酸から構成されると仮定すると、ヒトにおいて、タンパク質のアミノ酸配列を指定する DNA 領域の総塩基対は、全 DNA の塩基対の約何%にあたると予想されるか。上記の数字を用いて計算し、2 桁の有効数字で表せ。

〔Ⅱ〕 被子植物の種子の発芽に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

被子植物の種子は、一般に胚、胚乳、種皮から構成されている。多くの植物種では成熟した種子は休眠状態にあり、その中には炭水化物、タンパク質、脂肪な<sup>(a)</sup>どの貯蔵物質を蓄えている。<sup>(b)</sup>

休眠状態にある種子が発芽するとき、適当な温度、水分、酸素のような環境要因が関係するが、レタスやタバコのように種子の発芽に  が必要なものもある。発芽の抑制や促進には、植物ホルモンが関係することが知られており、そのうち  という植物ホルモンには、種子の休眠を維持して発芽を抑制する働きがある。このような環境要因や物質が関係しあうことにより、種子は休眠状態を脱して、発芽を開始する。

種子の発芽過程では、まず、水分が盛んに吸収されるとともに、酸素や二酸化炭素の出入りが活発になる。<sup>(c)</sup> やがて幼根が種皮を破って出てきて、体細胞分裂と細胞そのものの成長によってさらに伸長していく。<sup>(d)</sup> 幼根において、体細胞分裂を終えた直後の細胞と十分に成長した後の細胞とを比較した場合、もっとも体積が増加する細胞小器官は  である。

問1 上の文章中の  ～  にもっとも適当な語句を記入せよ。

問2 下線(a)に関連して、成熟した種子を構成する部分のうち、雄性配偶子からの遺伝子を受け継がずに形成される部分の名称を答えよ。

問3 下線(b)に関連して、次の(ア)～(カ)の植物の種子のうち、貯蔵物質として脂肪を含む割合が高いものを2つ選び、記号で答えよ。

- |          |            |          |
|----------|------------|----------|
| (ア) エンドウ | (イ) クリ     | (ウ) コムギ  |
| (エ) トウゴマ | (オ) トウモロコシ | (カ) ヒマワリ |

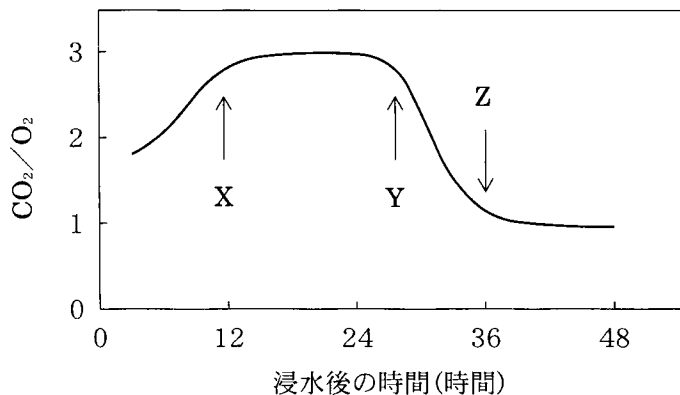
問 4 下線(c)に関連して、次のような実験を行い、その結果について考察した。

文章中の カ ~ コ にもっとも適当な語句を記せ。ただし、カ には図中の X~Z のいずれかの記号が入る。

**実験とその結果** 空気が十分に入った容器に、ある植物の種子を入れて水に浸し、密閉して 25℃ の暗所で種子の酸素吸収速度と二酸化炭素放出速度を調べた。その結果、酸素吸収速度は下の表のようになった。また、酸素吸収速度に対する二酸化炭素放出速度の比の値 ( $CO_2/O_2$ ) は下の図のようになった。さらに、図中の カ の時点で、幼根が種皮を破って出てきたことが観察された。

表

浸水後の時間 (時間)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
酸素吸収速度 (体積/時間)	0	5	16	19	20	21	22	23	33	45	55	66	78



図

**考察** 図中の カ の時点までは、種子は十分な キ を得ることができず、おもに ク 呼吸を行っていた。しかし、その後、種皮が破れたために種子内に十分な キ が供給されるようになった。そして、種子を水につけて 40 時間後の時点では、おもに ケ を呼吸基質とした コ 呼吸が活発に行われていた。

問 5 下線(d)に関連して、タマネギの種子を発芽させ、その根を用いて次のような手順で観察を行った。これについて、後の(1)~(4)の問いに答えよ。

#### 観察の手順

- ① 根を先端から 1 cm のところで切り取り、45% 酢酸に 10 分間入れた。
- ② 60℃ の希塩酸の中で約 5 分間、温めた。
- ③ 蒸留水でよく洗った後、スライドガラスにとり、先端から 2 ~ 3 mm の部分だけを残して他の部分は取り除いた。
- ④ 酢酸オルセイン溶液などで染色した後、カバーガラスをかけ、ろ紙ではさみ、親指で強く押しつぶした。
- ⑤ 顕微鏡を用い、いくつかの視野について体細胞分裂の分裂期にあるすべての細胞を観察した。そして、各細胞が核分裂の四つの期のうちのどの期に相当するかを記録した。最後に、記録した全細胞数に対する各期の細胞数の割合を求めた。

- (1) 手順②の目的を 15 字以内で答えよ。
- (2) 手順③で「先端から 2 ~ 3 mm の部分だけ」を残したのはなぜか。その理由を 35 字以内で答えよ。
- (3) 手順⑤で、染色体の形と数の観察にもっとも適していたのは、核分裂のどの期であったか。その期を答えよ。
- (4) 手順⑤で求めた各期の細胞数の割合の大小は、どのようなことを意味していると考えられるか。45 字以内で答えよ。

〔Ⅲ〕 遺伝に関する以下の(1)と(2)の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

- (1) 有性生殖を行う生物は細胞分裂を行う。染色体が現れる細胞分裂には二つの様式があり、体細胞分裂は個体が成長するときに見られ、は次世代を残すことに関与する。キイロショウジョウバエでは、体細胞で見られる4対の染色体のうち1対の染色体はメスとオスの決定に関係しておりと呼ばれ、残り3対の染色体はと呼ばれている。でつくられた卵では染色体の組み合わせはどれも同じであるが、精子ではをもつ精子とをもつ精子がえられる。ヒトやキイロショウジョウバエでは、との大きさは異なり、がはるかに大きい。

問1 上の文章中の～にもっとも適当な語句を記入せよ。

- (2) キイロショウジョウバエの飼育ビンの中で白目のオス(突然変異個体)を発見した。この白目のオス個体を用いて以下の実験を行った。ただし、白目の遺伝子は野生型の赤目の遺伝子に対して劣性であり、赤目の遺伝子記号をAで、白目の遺伝子記号をaで表すことにする。また、野生型の体色をあらわす遺伝子記号をBで、黒色の体色をあらわす劣性突然変異遺伝子の遺伝子記号をbで表すことにする。

#### 実験 1

発見された白目のオスと、体色が黒色の純系のメスを交配した。次の代(F<sub>1</sub>)は、メスオスともにすべて目の色も体色も野生型の個体であった。

## 実験 2

F<sub>1</sub> のメスと体色が黒色の純系のオスを交配すると、次の代(F<sub>2</sub>) では、すべてのメスは赤目であったが、その半数の個体の体色は黒色であった。しかし、オスでは赤目と白目の個体が半々で、体色も野生型と黒色の個体が半々出現した。

## 実験 3

F<sub>2</sub> の個体のうち、体色が黒色で赤目のメス数十匹と体色が黒色で白目のオス数十匹を一つの飼育ビンで交配した。この交配で得られた白目で体色が黒色の個体を用いて純系をつくることができた。

問 2 実験 1 で得られた F<sub>1</sub> の野生型のメスとオスの遺伝子型はどのように表されるか。遺伝子記号 A と a, B と b を使って記入せよ。ただし、アルファベットの大文字と小文字がはっきりと区別できるように記入すること。

問 3 実験 1 で得られた F<sub>1</sub> の野生型どうしを交配させて次の代を得ることができた。これらの個体の中にはどのような表現型を持つ個体がどのような割合で出現すると期待されるか。メスとオスに分けて表現型とその分離比を記入せよ。

問 4 実験 3 の交配で用いたメスには 2 種類の異なった遺伝子型の個体が等しい割合で含まれていると考えられる。実験 3 の交配でうまれるメスとオスについて、白目の個体がどのような割合で出現すると期待されるか。その割合 (%) を記入せよ。

〔Ⅳ〕 陸上植物の生活環と進化に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

すべての陸上植物(コケ植物, シダ植物, 裸子植物, 被子植物)は, 配偶子と胞子を形成する。配偶子は配偶体で, 胞子は胞子体で形成される。配偶子の受精の結果, 胚が形成される。このように, 共通にみられる基本的な生活環は, 現世の陸上植物が, ある陸上植物の祖先から進化したと考える一つの根拠となっている。

陸上植物の進化にともない, 生活環も進化してきた。コケ植物では, 配偶体は独立生活をするが, 胞子体は小形になり配偶体上で寄生的な生活をする。シダ植物<sup>(a)</sup>では, 胞子体と配偶体はそれぞれ独立生活をするが, 配偶体は小形であり, 配偶体上で胞子体が成長すると, 配偶体は枯死する。裸子植物と被子植物では, 胞子体のみが独立生活をし, <sup>(b)</sup>配偶体は極端に小さくなって胞子体中で寄生的な生活をする。<sup>(c)</sup>

問1 下線(a)のシダ植物の配偶体を何と呼ぶか。その名称を記せ。

問2 下線(b)の裸子植物と被子植物の生活環において, 胞子に相当する細胞を2種類記せ。

問3 下線(c)の裸子植物と被子植物の配偶体には, 雌性配偶体と雄性配偶体がある。被子植物ではそれらを一般に何と呼ぶか。それぞれの名称を記せ。

問 4 陸上植物が進化するにつれて配偶体は小形化した。また、それによつて配偶子、とくに雄性配偶子の形態も変化した。これに関して、次の(1)~(4)の問いに答えよ。

- (1) コケ植物の雄性配偶子は、配偶体のどの部分でつくられるか。その名称を記せ。
- (2) コケ植物と被子植物の雄性配偶子の名称をそれぞれ記せ。
- (3) コケ植物と被子植物の雄性配偶子について、形態上の大きな違いを 30 字以内で述べよ。
- (4) コケ植物と被子植物の有性生殖(受精)にはどのような違いがみられるか。植物体外に存在する水の必要性和関連づけて、100 字以内で述べよ。

問 5 現生の陸上植物は、ある種の緑藻類から進化したと考えられている。その根拠として、共通した特徴が陸上植物と緑藻類にみられることが挙げられる。共通した特徴のうち、光合成色素に関する特徴を 20 字以内で述べよ。

〔V〕 動物の内部環境とその調節に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

答えは解答欄に記入せよ。

動物の体外の環境を外部環境といい、体内の細胞に接している体液を内部環境という。外部環境が変化しても、内部環境である体液の状態をほぼ一定に保とうとする仕組みを恒常性または **ア** という。この恒常性はヒトでは自律神経系と内分泌系が相互に連絡しあって自動的に保たれている。自律神経系と内分泌系を統合する中枢は、間脳の **イ** である。**イ** は自律神経系につながると同時に、多種類のホルモンを分泌する **ウ** につながり、他の **内分** **泌** **腺** <sup>(a)</sup>のホルモン分泌を調節している。<sup>(b)</sup>

自律神経系は **エ** 的に働く二つの神経系でできている。神経末端から一般にノルアドレナリンを放出するのは **オ** 神経系であり、一般にアセチルコリンを放出するのは **カ** 神経系である。内臓諸器官の多くは両神経系の二重支配を受け、その活動が調節されている。

<sup>せき</sup>脊椎動物の心臓は体外に取り出され、自律神経の連絡を絶たれても、条件さえととのっていれば、リンガー液の中で自動的に拍動を続ける。<sup>(c)</sup>しかし、体内では自律神経によって心臓の拍動は調節されている。激しい運動によって筋肉組織の酸素消費量が増え、血液中の酸素が不足して **キ** の濃度が高くなると、延髄<sup>ずい</sup>にある心臓の拍動を促進する中枢が興奮し、心臓に分布する **オ** 神経の末端からノルアドレナリンが放出され拍動数が増加する。その結果、血流量が増して筋肉組織への酸素供給量も増える。反対に、安静状態では、延髄にある心臓の拍動を抑制する中枢が興奮し、心臓に分布する **カ** 神経系である迷走神経の末端からアセチルコリンが放出されて拍動数は減少する。

ヒトの腎臓<sup>じん</sup>は尿を生成し、血液の **ク** を調節することによって、内部環境<sup>(d)</sup>の恒常性を維持している。**ク** が高まると間脳が刺激され、間脳の指令によって **ウ** から **ケ** というホルモンが分泌される。**ケ** は腎臓における水の再吸収を促進させて、**ク** を正常な値まで低下させる。水の再吸収が促進されすぎると、**ク** が正常な値よりも低下する。低くなった **ク** は間脳を刺激し、間脳は **ウ** に指令して **ケ** の分

泌が増えすぎないように調節する。このような調節を  による調節という。

問 1 上の文章中の  ～  にもっとも適当な語句を記入せよ。

問 2 下線(a)のホルモンの特徴の一つは、内分泌腺から分泌されることである。

その他にホルモンに共通する特徴を三つあげよ。それぞれ 20 字以内で記せ。

問 3 下線(b)の内分泌腺について、ヒトには  以外にどのような内分泌腺があるか。名称を四つあげよ。

問 4 下線(c)について、脊椎動物の心臓が体外に取り出されても自動的に拍動を続けるのはなぜか。30 字以内で説明せよ。

問 5 下線(d)の場合、糸球体に入った血液から生成された尿は、ポーマン<sup>のう</sup>囊、腎細管、集合管、腎う、輸尿管、ぼうこうを<sup>のう</sup>通って体外に排出される。ポーマン囊、腎細管、腎う、それぞれの働きについてもっとも適当な記述を、下の(ア)～(ケ)から選び、その記号を記入せよ。

(ア) 水・老廃物・一部の無機塩類を含んだ尿が通る。

(イ) 水・タンパク質・一部の無機塩類を含んだ尿が通る。

(ウ) 水・グルコース・一部のタンパク質を含んだ尿が通る。

(エ) 水・タンパク質・一部の老廃物が再吸収される。

(オ) 水・グルコース・一部の無機塩類が再吸収される。

(カ) 水・脂肪・一部のタンパク質が再吸収される。

(キ) 水・グルコース・タンパク質・老廃物を含んだ原尿がこし出される。

(ク) 水・グルコース・無機塩類・老廃物を含んだ原尿がこし出される。

(ケ) 水・グルコース・脂肪・老廃物を含んだ原尿がこし出される。

〔VI〕 生態系における炭素と窒素の循環に関する次の文章を読み、問1～問6に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

窒素は生物体のタンパク質や核酸を構成し、炭素は有機物の骨格となる重要な物質である。窒素と炭素はともに生態系の中でさまざまな過程を通し循環している。

窒素ガスは大気中で約80%を占める。ある種の細菌は [ア] を行うことで窒素ガスを直接利用できる。 [ア] によって窒素ガスは [イ] に還元される。植物は、 [ア] に由来する [イ] や、分解された生物に由来する [ウ] イオン、 [エ] イオンなどの無機窒素化合物を吸収し、タンパク質や核酸を合成する。この過程を [オ] という。ある種の細菌は [エ] イオンを窒素ガスにして大気中に放出するが、これを [カ] という。

炭素は大気中では主に二酸化炭素として存在する。植物は、水と二酸化炭素から光合成によって有機物を合成する。この過程を [キ] という。緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などの [ク] は、 [ケ] や [コ] を水の代わりに用いて光合成を行っている。また、光合成が光エネルギーを用いて [キ] を行うのに対して、無機物を酸化して得た化学エネルギーを利用して [キ] を行う細菌も存在する。例えば、亜硝酸菌は [ウ] イオンを酸化して [サ] イオンにすることで、また硝酸菌は [サ] イオンを酸化して [エ] イオンにすることで化学エネルギーを得て、 [キ] を行っている。亜硝酸菌や硝酸菌のこれらの働きを [シ] という。

生産された有機物は、生産者自身の呼吸、消費者による摂食、分解者による分解などによって、ふたたび二酸化炭素となり、生態系を循環する。大気中の二酸化炭素濃度は現在増加傾向にあり、地球温暖化等、環境への影響が懸念されている。地球温暖化をもたらす気体には二酸化炭素以外にもフロンや [ス] が知られている。大気中の二酸化炭素濃度の増加は石油や石炭などの化石燃料の使用や森林の伐採が原因と考えられている。

大気中の二酸化炭素濃度の変化に対する森林の役割を調べるために、湿潤な熱帯地方の若い森林と極相林において生産量の調査を行い、表のような結果を得た。

表 二つの森林における植物群落の生産量

	森林A	森林B
t年の現存量(トン炭素/ha)	85	253
t+1年の現存量(トン炭素/ha)	96	255
1年間の呼吸量(トン炭素/ha・年)	39	43
1年間の枯死量(トン炭素/ha・年)	2	12
1年間の被食量(トン炭素/ha・年)	1	2

問 1 文章中の  ～  にもっとも適当な語句を下記より選び、その記号を記入せよ。

- |          |            |        |           |
|----------|------------|--------|-----------|
| a 窒素固定   | b 窒素同化     | c 炭酸同化 | d 脱窒      |
| e 異化     | f 化学合成     | g 水素   | h 重水素     |
| i 硫化水素   | j 過酸化水素    | k 酸素   | l 硝酸      |
| m 酢酸     | n 塩酸       | o クエン酸 | p アンモニア   |
| q アンモニウム | r 亜硝酸      | s 尿酸   | t 尿素      |
| u アミノ酸   | v 光合成細菌    | w 粘菌   | x アゾトバクター |
| y メタン    | z ビスフェノールA |        |           |

問 2 表の数値から森林A、Bにおける生産量を推定するためには、生産に関する次の式が必要である。式の中の  ～  に、「総生産量」、「純生産量」、「成長量」、「呼吸量」、「被食量」、「枯死量」からもっとも適当な語句を選び、記入せよ。

$$\text{純生産量} = \text{ア} - \text{イ} = \text{ウ} + \text{エ} + \text{オ}$$

問 3 表における森林Aと森林Bの純生産量(トン炭素/ha・年)と総生産量(トン炭素/ha・年)を求めよ。

問 4 表における森林Aと森林Bは1年間にどれだけの二酸化炭素を大気から吸収し、固定していると考えられるか。その量(トン二酸化炭素/ha・年)を計算し、有効数字2桁で答えよ。ただし、炭素C、酸素Oの原子量をそれぞれ12、16とする。また、枯死または被食された植物体はふたたび分解され二酸化炭素となると考え、森林の二酸化炭素固定量にそれらを考慮しないことにする。

問 5 森林AとBはどちらが極相林であると考えられるか。また、そのように判断した理由を二つ、それぞれ20字以内で述べよ。

問 6 森林を伐採して植物体を焼却することが、大気中の二酸化炭素濃度上昇の原因の一つとして考えられている。若い森林と極相林を伐採・焼却した場合、大気中の二酸化炭素濃度に対してどのように影響すると考えられるか。二酸化炭素の大気への放出と、大気からの吸収・固定という面から、これら二つのタイプの森林の違いを、50字以内で述べよ。