

平成28年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

生 物

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. すべての解答用紙(4枚)に受験番号を2箇所とも必ず記入しなさい。
3. この冊子の問題は、8ページからなっています。落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白は、適宜下書きに使用してもよろしい。
5. 解答は、必ず別紙「解答用紙」の指定された場所(問題番号と一致した場所)に記入しなさい。指定された場所以外や、裏面への解答は採点対象外です。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子および下書用紙は、持ち帰りなさい。

問題訂正

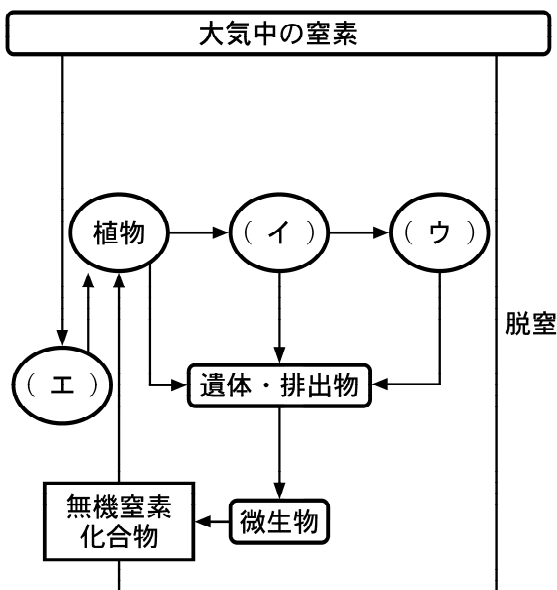
1. 科目等名 生 物

2. 訂正箇所及び訂正内容

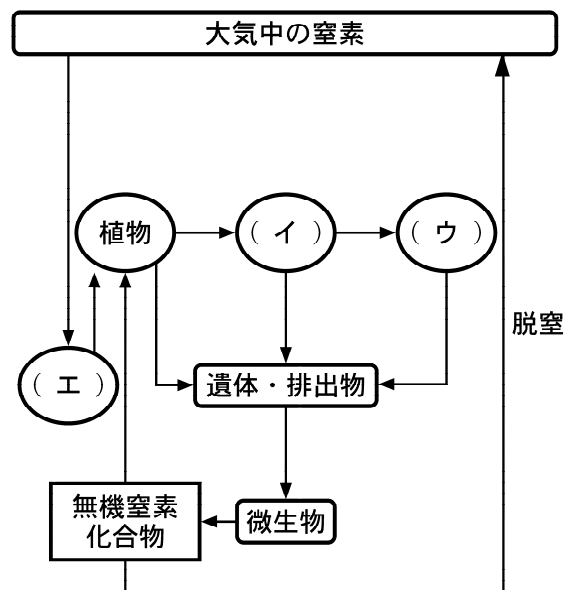
8 ページ IV 図 1 の右側

脱窒を示す線に上向き矢印を付ける。

〔誤〕



〔正〕



I 次のA、Bの文章を読み、以下の間に答えなさい。

(配点率 25%)

A. 生体内では、物質の大部分は生体内の化学変化によって作り出されている。こうした生体内の化学反応をまとめて代謝という。代謝には、エネルギーを用いて化学的に簡単な物質から複雑な物質を合成する(ア)の過程と、複雑な物質を簡単な物質に分解してエネルギーを取り出す(イ)の過程がある。エネルギーの収支から考えると、(ア)では、ATPの分解で生じるエネルギーの供給が必要であり、(イ)ではエネルギーが放出される。この放出された化学エネルギーは、ATPの合成に利用され、再び化学エネルギーとして蓄えられる。このように、ATPは生体内のエネルギーの受け渡しの役割を担っている。細胞内で酸素を利用して、グルコースを水と二酸化炭素にまでに分解し、ATPを生成するはたらきを呼吸という。呼吸の過程は、(ウ)、(エ)、(オ)の3つに大別される。

(ウ)では、1分子のグルコースが2分子の(カ)に分解され、2分子のATPが合成される。(ウ)で生じた(カ)はミトコンドリア内に取り込まれ、ミトコンドリアに存在する酵素群のはたらきによって脱水素反応や脱炭酸反応が起こり、(エ)と呼ばれる経路に入り、二酸化炭素と水素イオンに完全に分解される。ここまでの反応でグルコースから放出された水素イオンは、ミトコンドリアに存在する(オ)という過程で最終的に酸素と結合して水になる。

問 1. 文章中の(ア)~(カ)に適切な語句を答えなさい。

問 2. 下線部a)について、ATPがエネルギーの受け渡しに用いられる理由を80字以内で説明しなさい。

問 3. (ウ)の過程が行われている細胞内の場所の名称を答えなさい。

問 4. (エ)と(オ)の過程が行われているミトコンドリア内部の場所の名称をそれぞれ答えなさい。

問 5. 呼吸とは異なり、微生物である酵母が酸素のない状態でグルコースからエネルギーを取り出すアルコール発酵における物質の変化について、下線部b)の表現を参考に100字以内で説明しなさい。

B. 細胞内で合成された ATP は、細胞膜での物質の輸送にも用いられる。細胞膜は主にリン脂質と膜タンパク質で構成されている。リン脂質は親水性と疎水性の部分から構成されている。細胞膜による物質の輸送には選択的透過性が関与しており、酸素や二酸化炭素などの非常に小さな物質は生体膜を通過できるが、イオン、アミノ酸、糖などの親水性の物質は自由に細胞膜を通過できない。このような物質は、タンパク質を介した能動輸送あるいは受動輸送によって細胞内外に輸送される。

問 6. 下線部 c) で示した細胞膜の断面図を図 1 に示したリン脂質と膜タンパク質の模式図を用いて図示しなさい。

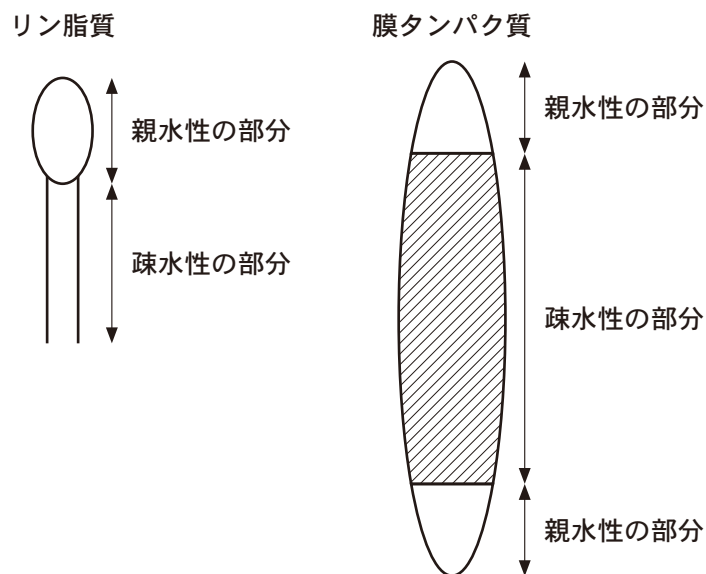


図 1 リン脂質と膜タンパク質の模式図

問 7. 下線部 d) で示した能動輸送と受動輸送のしくみをそれぞれ 50 字以内で説明しなさい。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

(配点率 25 %)

自己の成分と異物とを識別し排除するしくみを免疫という。体内に異物が侵入すると、マクロファージや好中球などのはたらきである(ア)により異物が排除される。このような先天的な免疫を自然免疫という。これに対して、侵入した異物をリンパ球が認識し、抗原抗体反応や感染した細胞の攻撃などの異物の排除に特異的にはたらく免疫を獲得免疫という。

抗体は、免疫グロブリンと総称されるタンパク質でできている。抗原の刺激を受けたB細胞は、増殖し、細胞外へ大量の抗体を分泌する抗体産生細胞になる。免疫グロブリン遺伝子は、抗体を産生する前の未分化なB細胞と抗体産生細胞では大きく異^{a)}なっている。一方、B細胞は、単一の免疫グロブリン遺伝子から、細胞外に分泌する抗体と細胞膜上に結合した抗体をつくっている。これは、(イ)とよばれるしくみによるものである。

T細胞は、自己と非自己のタンパク質を識別し、骨髄でつくられる(ウ)細胞から分化し、(エ)とよばれる器官で成熟する。T細胞の表面に発現しているT細胞(オ)が、抗原の認識に用いられる。T細胞は、樹状細胞による抗原提示^{b)}を受けると、インターロイキンとよばれる情報伝達物質を産生する。

図1は、ヒトを含む真核生物のmRNAの一般的な構造を示している。真核生物では、DNAを^{いがた}鋳型として転写されたRNAからイントロンに対応する部分が除かれる。さらに、そのRNAの5'末端及び3'末端が修飾を受けてmRNAとなる。mRNAは、核膜孔を通過した後、リボソームで翻訳される。図2は、インターロイキンの一つであるヒトインターロイキン2の遺伝子の構造を示している。Aは、転写開始に必要な領域であり、B~Hは、エキソンもしくはイントロンを示している。真核生物では、一般的に、図2のA領域に対応する部分に複数のタンパク質^{c)}が結合することによって転写が開始される。図3は、図2のB領域から転写されたRNAの全配列を示している。この配列には、ヒトインターロイキン2の翻訳開始に用いられるコドンが含まれている。ヒトインターロイキン2遺伝子から転写されたRNAからすべてのイントロン^{d)}に対応する部分が除かれ、すべてのエキソンに対応する部分をもったmRNAが合成される。さらに、このmRNAの塩基配列に基づいて、153個のアミノ酸からなるタンパク質がつくられる。

問 1. 文章中の(ア)~(オ)に適切な語句を書きなさい。

問 2. 下線部a)の理由を50字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部b)のしくみを50字以内で説明しなさい。

問 4. 図1の①と⑤にみられる構造をそれぞれ簡単に説明しなさい。

問 5. 下線部 c) に示した転写開始のしくみを 50 字以内で説明しなさい。

問 6. 下線部 d) に示した mRNA に含まれている塩基配列に対応するエキソンを図 2 の B~H の中からすべて選びなさい。

問 7. ヒトインターロイキン 2 の mRNA の中で、図 1 の②と④に相当する 5' 側と 3' 側の翻訳されない部分の大きさ(塩基数)をそれぞれ求めなさい。なお、図 2 の各領域の DNA の塩基配列の長さを B(202 塩基対), C(90 塩基対), D(60 塩基対), E(2,290 塩基対), F(144 塩基対), G(1,847 塩基対), H(393 塩基対)とし、終止コドン翻訳される部分に含めるとする。

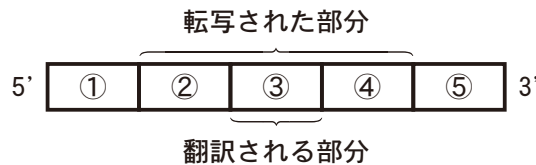


図 1 真核生物の mRNA の一般的な構造

②~④は DNA を鋳型として転写された部分を示している。



図 2 ヒトインターロイキン 2 遺伝子の構造

```

1                                     50
5' AGUUCCCUAUCACUCUCUUAAUCACUACUCACAGUAACCUCAACUCCUG
51                                     100
   CCACAAUGUACAGGAUGCAACUCCUGUCUUGCAUUGCACUAAGUCUUGCA
101                                    150
   CUUGUCACAAACAGUGCACCUACUUCAAGUUCUACAAAGAAAACACAGCU
151                                    200
   ACAACUGGAGCAUUUACUGCUGGAUUUACAGAUGAUUUUGAAUGGAAUUA
201
   AU 3'

```

図 3 ヒトインターロイキン 2 遺伝子の B 領域から転写された RNA の全塩基配列

III 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

(配点率 25%)

有性生殖をする生物では、雌雄の配偶子が合体することで新たな個体が生み出される。配偶子が形成される際には、減数分裂と呼ばれる、体細胞分裂とは異なる細胞分裂により、染色体数が体細胞の半分に減る。減数分裂の過程は第一分裂と第二分裂に分けられる。第一分裂の前期では、形や大きさが等しい相同な染色体同士が平行に並んで接着する。この現象は(ア)とよばれる。このとき、図1にあるような(イ)とよばれる染色体構造が光学顕微鏡下で観察される。そこで相同染色体間で一部が入れ換わる。これを(ウ)と呼ぶ。その結果、相同染色体間にのっている遺伝子が入れ換わる。この現象のことを(エ)という。前期終了後、中期に相同染色体が赤道面に並び、後期に細胞の2つの分裂極へ移動する。次いで終期、細胞質分裂が始まり、細胞が2つに割れる。さらに減数第二分裂が始まる。最終的に体細胞の半分の核相をもつ配偶子が作られる。動物の減数分裂では、卵子を作る場合と精子を作る場合で細胞が2つに割れる位置が異なる。雌の減数分裂では大きさの異なる娘細胞ができる。小さい方の娘細胞は(オ)と呼ばれ、大きい方の娘細胞が(カ)となる。1回の減数分裂により最終的に精子と受精する生殖細胞が(キ)個できる。これに対して精子を産生する減数分裂では、細胞中央部で細胞質分裂が始まり、同じ大きさの娘細胞が作られる。つまり、減数第一分裂を始めるひとつの細胞から、(ク)個の精細胞が作られる。精子と卵子が受精後、受精卵は卵割を始める。多くの動物の卵には地球に北極と南極があるように2つの極がある。このうち(オ)を生じた卵細胞の極を(ケ)、その反対極を(コ)という。胚の発生過程において(コ)から内胚葉が分化してくる。

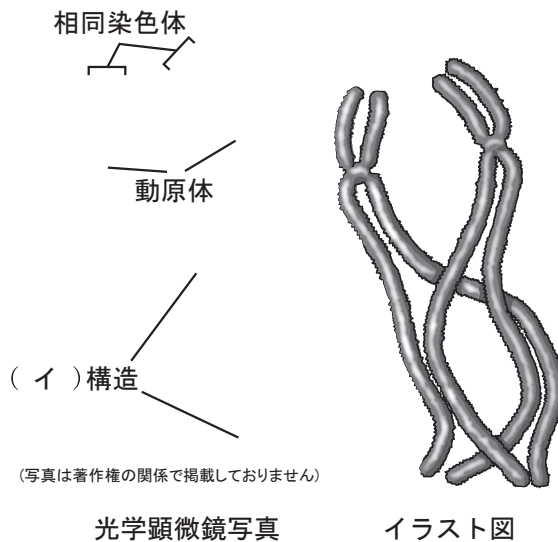


図1 サンショウウオ(*Oedipina poelzi*)雄の減数第一分裂前期で観察された染色体構造。Life: The Science of Biology^{8th} edition. Sinauer Associates, Inc.

れる。このとき、図1にあるような(イ)とよばれる染色体構造が光学顕微鏡下で観察される。そこで相同染色体間で一部が入れ換わる。これを(ウ)と呼ぶ。その結果、相同染色体間にのっている遺伝子が入れ換わる。この現象のことを(エ)という。前期終了後、中期に相同染色体が赤道面に並び、後期に細胞の2つの分裂極へ移動する。次いで終期、細胞質分裂が始まり、細胞が2つに割れる。さらに減数第二分裂が始まる。最終的に体細胞の半分の核相をもつ配偶子が作られる。動物の減数分裂では、卵子を作る場合と精子を作る場合で細胞が2つに割れる位置が異なる。雌の減数分裂では大きさの異なる娘細胞ができる。小さい方の娘細胞は(オ)と呼ばれ、大きい方の娘細胞が(カ)となる。1回の減数分裂により最終的に精子と受精する生殖細胞が(キ)個できる。これに対して精子を産生する減数分裂では、細胞中央部で細胞質分裂が始まり、同じ大きさの娘細胞が作られる。つまり、減数第一分裂を始めるひとつの細胞から、(ク)個の精細胞が作られる。精子と卵子が受精後、受精卵は卵割を始める。多くの動物の卵には地球に北極と南極があるように2つの極がある。このうち(オ)を生じた卵細胞の極を(ケ)、その反対極を(コ)という。胚の発生過程において(コ)から内胚葉が分化してくる。

問 1. 文章中の(ア)～(コ)に適切な語句を書きなさい。

問 2. 減数分裂開始前から、減数分裂期、配偶子形成までの間にひとつの細胞が有する DNA 量の変化を解答用紙のグラフ A に線で記入しなさい。横軸に減数分裂前(G_1 , S, G_2 期)と減数第一分裂、第二分裂の時期が示してあるので、各時期の DNA 量を生殖細胞の DNA 量を 1 とした相対値で表すこと。また、体細胞の DNA 量についても、細胞周期の G_1 期から次の G_1 期までの DNA 量の変化をグラフ A と同じように、グラフ B に記入しなさい。

問 3. 減数第一分裂, 第二分裂, 体細胞分裂の各分裂後期において, 両分裂極に移動する 1 種類の相同染色体の形態をそれぞれ図示しなさい。このとき, 父方由来のものは白抜き, 母方由来のものは黒く塗りつぶし, 区別できるようにすること。

問 4. ショウジョウバエの第 2 染色体上には, vg (痕跡翅), b (黒体色), pr (褐色眼) 遺伝子が存在しているので, これらの間で下線部の現象が観察される。 $vg\ b\ pr$ 3 重突然変異体と野生型を交配して, F1 個体を得た。それらはすべて野生型の表現型を示した。この F1 雌に $vg\ b\ pr$ 変異体雄を戻し交配した。その結果, 4,199 匹の F2 個体を得られた。内訳は, $[vg\ b\ pr]$ 表現型を示す個体が 1,778 匹, 全て野生型 $[vg^+\ b^+\ pr^+]$ が 1,655 匹, $[vg^+\ b\ pr]$ 253 匹, $[vg\ b^+\ pr^+]$ 242 匹, $[vg^+\ b\ pr^+]$ 130 匹, $[vg\ b^+\ pr]$ 119 匹, $[vg\ b\ pr^+]$ 14 匹, $[vg^+\ b^+\ pr]$ 8 匹であった。 $vg-b$, $b-pr$, $vg-pr$ 遺伝子間で下線部の現象がおきる確率を求めなさい。それをもとに第 2 染色体上に並んでいるこれら 3 遺伝子の位置を推定し, 解答欄の下線の上に図示しなさい。

IV 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

(配点率 25%)

生態系は同種・異種の生物からなる生物的環境と、生物を取り巻く非生物的環境から構成されている。生態系内の生物的環境と非生物的環境は密接に関係しており、生物は非生物環境から様々な物質を取り入れて利用し、とり入れられた物質は食物連鎖を通して生物間を移動している。一方、太陽の光エネルギーの一部は植物によって化学エネルギーとして有機物の中に蓄えられ、食物連鎖を通して移動する。生態系における炭素と窒素の循環を簡略化して示したのが図1である。

炭素は大気中に二酸化炭素として存在するが、生産者である植物の(ア)により無機物から有機物となる。有機物に含まれる炭素は食物連鎖を通して(イ)から(ウ)である消費者の体内に移動する。この炭素は生産者や消費者の呼吸によって分解され二酸化炭素として大気中に戻っていく。また、生物の遺体や排出物などに含まれる有機物中の炭素は、分解者である微生物の呼吸によって同様に大気中に戻っていく。

窒素も大気中に含まれているが、多くの生物は直接これを利用することはできない。しかし、植物に共生する(エ)など一部の微生物は大気中の窒素を取り入れて利用し、タンパク質や核酸などの有機化合物をつくる窒素源としている。生物の遺体や排出物などに含まれる有機窒素化合物は、土壌中の微生物の働きにより無機窒素化合物に分解され、直接根から吸収されるほか、化学合成細菌によって変化し植物の根から吸収される。

問 1. 文章中の(ア)～(エ)に適切な語句を書きなさい。

問 2. 下線部 a) を構成している 5 つの要素を書きなさい。

問 3. 下線部 b) は食物連鎖を通して生物間を移動するが、物質のように循環することがない理由を 60 字以内で説明しなさい。

問 4. 下線部 c) に関して無機物から有機物を作り出して生活する生物の名称を書きなさい。また、生産者が作り出した有機物を利用して生活する生物の名称を書きなさい。

問 5. 下線部 d) のようなはたらきの過程を何というか書きなさい。また、下線部 d) に関する植物名を書きなさい。

問 6. 下線部 e) のようなはたらきの過程を何というか書きなさい。この過程の土壌中での窒素の変化について 80 字以内で説明しなさい。

問 7. 図 1 の炭素と窒素の循環において大気と生物との間でそれらの物質循環の違いを 80 字以内で説明しなさい。

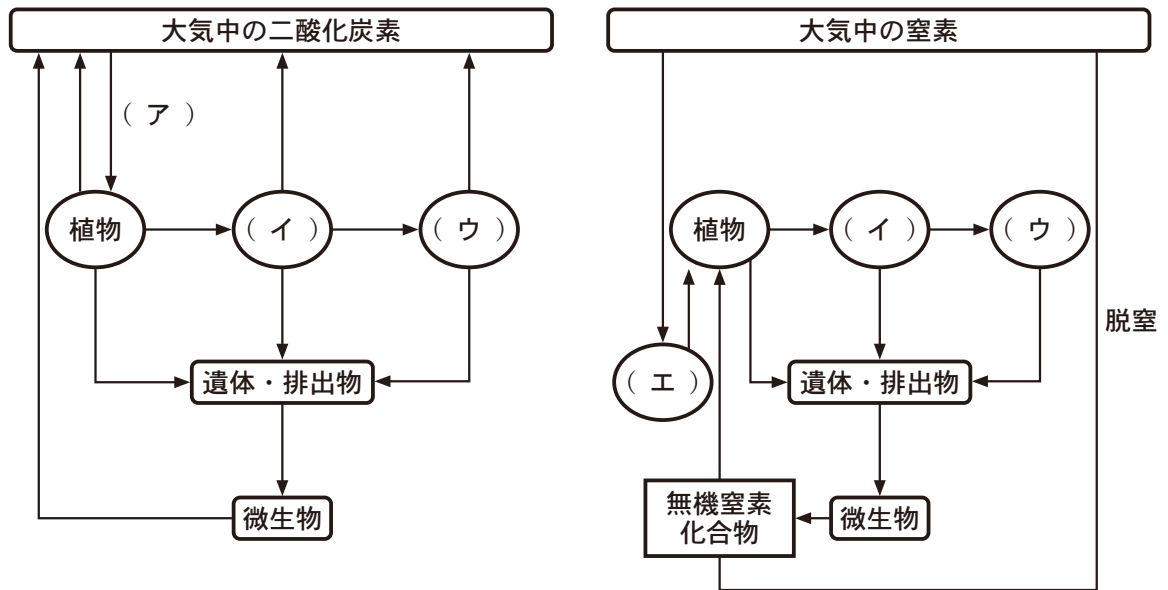


図 1 生態系における炭素と窒素の循環

(以 上)