

平成 20 年度

入 試 問 題

生 物 【665】

試験開始の合図があるまでに、次の注意事項をよく読んでください。

1. 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開かないでください。
2. 机の上には、受験票・鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・鉛筆削り（電動式は除く）・腕時計（時刻表示機能だけのもの）・眼鏡以外のものは置かないでください。
3. 問題用紙・解答用紙の両方に必ず志望学部（学校）・志望学科（専攻）・志望コース・受験番号・氏名・フリガナを記入してください。提出の前に記入漏れがないか再度確認してください。
4. 5 問題中 4 問題を選択し、解答してください。
5. 選択した問題については、解答用紙左端の選択欄に○を必ず記入してください。
6. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明・ページの落丁・乱丁に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
7. 問題用紙の余白等は適宜利用して構いません。
8. 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入してください。
9. 配布された問題用紙・解答用紙は試験終了後回収しますので、持ち帰らないでください。

◇携帯電話・PHSなどは、電源を切った上でカバン等の中にしまってください。

| 志望学部(学校) | 志 望 学 科 (専攻) | 志望コース | 受 験 番 号 | フリガナ | |
|----------|--------------|-------|---------|------|--|
| | () | | | 氏名 | |

〔 1 〕 以下は、T高校3年生の花子さんと生物担当の大木先生とが、水に浸したオオカナダモを顕微鏡で観察しながら、会話しているものです。この文章を読み、以下の問いに答えなさい。

花子さん：このオオカナダモは、先生が今日の午前中に強い光をあてていたものですね。光学顕微鏡で見ると、たくさんの細胞が、壁に区切られてきちっとならんでいるのが見えます。よく見ると1つの細胞の中に小さな楕円形の粒がたくさんあって、それらが列をつくって動いています。^①

大木先生：みどり色の粒ですね。この光学顕微鏡の倍率から考えると、長径 $1\mu\text{m}$ は超えているね。^②
この粒は、何でしょうか。列をつくりながら移動するということは、何か細胞の中にハシゴのようなものがあるのでしょうか。

ところで、花子さん 熱力学第一法則を知っていますか？

花子さん：「エネルギーは、かたちは変えるけれども、生成したり消滅はしない」という法則ですね。

大木先生：さすが、花子さん！よく知っていますね。それでは、この粒子が動く運動エネルギーはどこから来たのでしょうか。

花子さん：光をあてていたから、その光エネルギーですね。

大木先生：そうともいえますね。この水草は光のエネルギーを吸収して、光合成によってそれを糖分子のもつエネルギーに変えたのですね。

花子さん：糖のエネルギーはどのように運動エネルギーになるのですか。

大木先生：糖は複雑な代謝を受けた後、低分子物質になります。その低分子物質が(A)という細胞小器官に移動して、さらに代謝を受け、活性型電子運搬体分子というものをつくり、それが電子を放出するのです。その電子が伝達されて、最終的には酸素に与えられる過程のなかで生じるエネルギーを利用して水素イオンを(B)から(C)の外側に移動させるのです。その結果、(C)の内外で、水素イオンの濃度の差としてエネルギーがたまります^③。そのたまったエネルギーは、(C)を貫通する水力発電所のタービンのような装置によって、(D)という分子にたくわえられるのです。そのメカニズムとして、濃度の差によって生じる水素イオンの流れでタービンを回転させながら(D)がつけられることが示されています。空気がある状態の細胞では、ほとんどの(D)はこうしてつけられるのですよ。(D)は、エネルギーの(E)ともたとえられ、細胞に必要な多くのかたちのエネルギーに変わりますよ。もちろん、運動エネルギーにも変換できるのです。

花子さん：私が見ているこの運動も、そのような仕組みで(D)ができたから起きるのですね。それを確認するための実験は、できるのですか。

大木先生：できますよ。ジニトロフェノールという薬品がここにあるから、それで確認してみましょう。この物質は、(A)の(C)に作用して、そこに水素イオンの抜け穴をつくってしまうため、水素イオンの内外の濃度差をなくす性質があります。その濃度差がなくなれば、当然タービンは回らず(D)はできなくなります。実験してみましょう。

—実験後の会話—

花子さん：ジニトロフェノールが溶けている水の中に置いておいたオオカナダモの細胞では、すっかり粒の列の動きが見られなくなっています。(D)ができなくなったのですね。この動きの止まった細胞でも(C)では、水素イオンのくみ出しが続いているけれど、くみ出した水素イオンがジニトロフェノールのはたらきで内側に戻ってしまうのですね。

それでは、エネルギーはどこに行ってしまったのでしょうか。

大木先生：そのエネルギーはなくなるはずはないね。自分で考えてごらんなさい。

花子さん：^④ところで、粒子が列をつくって動く仕組みはどうなっているのですか。

大木先生：筋肉が収縮する場合と似ているから、対比して考えるといろいろヒントが得られるよ。

花子さん：オオカナダモを観察するだけで、いろいろと面白いことがわかるのですね。

- 問1 下線部①の小さな楕円形の粒は、何と考えられるか。漢字3文字で答えなさい。
- 問2 下線部①のように、粒子が列をつくって動くことと関連する物質は何か。最も適した語を下記のa～cから選び、記号で答えなさい。
- a. 中心体 b. アクチン c. フィブリン d. DNA e. 紡錘糸
- 問3 下線部②を観察したとき、光学顕微鏡の倍率は約何倍と推定されるか。通常の実験室にある顕微鏡として、最も適したものを下記のa～cから選び、記号で答えなさい。
- a. 4倍 b. 40倍 c. 400倍 d. 4000倍 e. 40000倍
- 問4 文中の空欄(A)～(D)に入る最も適切な語を解答欄の文字数にあわせて答えなさい。(濁点、半濁点は文字数に含まない。)
- 問5 文中の空欄(E)に最も適した語を、下記のa～eから選び、記号で答えなさい。
- a. 発電器 b. 原料 c. 通貨 d. 魔術師 e. 生産物
- 問6 下線部③の水素イオンの内外の濃度差をつくるためのエネルギーを与える仕組みはどれか。最も適した語を下記のa～cから選び、記号で答えなさい。
- a. 解糖経路 b. グリコーゲン分解 c. 光合成 d. 電子伝達 e. 能動輸送
- 問7 下線部④のエネルギーはどうかたちになってしまったのでしょうか。最も適した語を下記のa～eから選び、記号で答えなさい。
- a. 運動 b. 位置 c. 熱 d. 化学 e. 光

〔2〕 組織培養技術を利用した植物の品種改良に関する次の問いに答えなさい。

タバコの茎の組織の一部を無菌的に切り取り、必要な栄養分その他、植物ホルモンである(ア)や(イ)を添加した寒天培地で培養すると、特定の機能をもたない未分化の細胞の塊^aが形成される。その後、(ア)と(イ)の濃度を変化させると、未分化の細胞塊を構成する細胞から茎や根を分化させることができる。植物では、このような組織培養技術を利用することにより、茎以外の部位、たとえば「つぼみの中にある若い薬^b」から茎や根の分化を誘導し、再び植物体を作成することができる。

また、品種改良法としては、異なる2つの植物体の体細胞を融合させ、2つの細胞の性質を合わせもった植物体を作成する「細胞融合」が行われてきた。異種の植物細胞同士を融合させるためには、細胞の外側を取り囲んでいる細胞壁を酵素的に消化(分解)^cし、細胞壁のない状態にする必要がある。このような状態の細胞を接触させ、細胞膜の融合を促す処理をすると、細胞間で融合がおり、増殖を始める。オレンジとカラタチの雑種(オレタチ)やトマトとジャガイモの雑種(ポマト)^dはこうした細胞融合の技術を利用して作成された。

問1 文中の空欄(ア)と(イ)に入る適切な語を以下の選択肢の中から選び、番号を記入しなさい。

- ① エチレン ② コルヒチン ③ ジベレリン ④ サイトカイニン
⑤ 酢酸オルセイン ⑥ アブシジン酸 ⑦ オーキシシン ⑧ フロリゲン

問2 下線部aの「不定形で未分化な細胞の塊」は何とよばれているか、カタカナ3文字で答えなさい。

問3 下線部bについて、薬培養の際、薬の抽出に用いた植物体の体細胞の染色体数を仮に $2n = 24$ としたとき、作成される植物体の体細胞の染色体数は理論上何本になるか数字で答えなさい。

問4 下線部cについて、細胞壁を取り除いた状態の細胞は何とよばれるか、カタカナ7文字で答えなさい。(濁点、半濁点は文字数に含まない。)

問5 植物の細胞壁を消化するために使用される酵素を以下の①～⑦の中から選び、番号を記入しなさい。ただし、適切な酵素が含まれていない場合は×を記入すること。

- ① セルラーゼ ② アミラーゼ ③ ペプシン ④ マルターゼ
⑤ トリプシン ⑥ ガラクトシダーゼ ⑦ リパーゼ

問6 下線部dの細胞融合による新たな植物体の作成について、仮に体細胞の染色体数が $2n = 20$ の植物体Aと $2n = 14$ の植物体Bを用いて細胞融合を行った場合、得られる植物体の体細胞の染色体数は理論上何本になると考えられるか、本数を答えなさい。

〔 3 〕 生物の遺伝に関する次の問いに答えなさい。

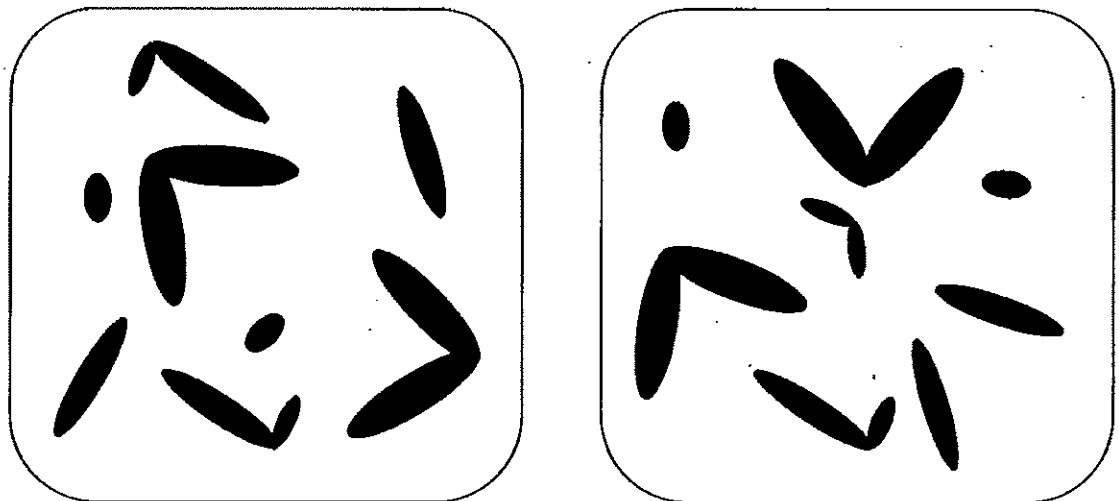
ヒトやメダカなどの体細胞には、性の決定に関わる染色体である(A)染色体とそれ以外の染色体である(B)染色体がみられる。性染色体の組み合わせには、① ZO型 ② ZW型 ③ XO型 ④ XY型 がある。性染色体上に存在する遺伝子が後代に受け継がれる様式は(C)遺伝とよばれている。

問1 文中の空欄(A), (B), (C)について、各々に入る適切な語を、(A)と(B)は漢字1文字で、(C)は漢字2文字で記入しなさい。

問2 図1はある生物の体細胞の染色体構成を模式的に表したものである。この生物の性染色体の組み合わせを下線部 a の中から選び、番号を記入しなさい。また、この生物と同様の組み合わせの性染色体を有する生物を以下の中から1つ選び、番号を記入しなさい。

- ① バッタ ② ヒト ③ カイコガ ④ ミノガ ⑤ トンボ

図1



雄 (♂)

雌 (♀)

問3 ショウジョウバエの性決定に関わる性染色体の組み合わせはXY型である。赤眼は白眼に対して優性で、これらの形質はX染色体上に存在する1対の対立遺伝子Rに支配されている。いま、あるショウジョウバエの集団で雄の2.5%が白眼であったとすると、その集団の雌で白眼が出現する割合は理論上何%になるか計算しなさい。ただし、小数点以下第3位を四捨五入し、第2位まで記入すること。

問4 問3のショウジョウバエの集団において、眼色に関する優性遺伝子をホモにもつ雌の割合は理論上何%になるか計算しなさい。ただし、小数点以下第2位を四捨五入し、第1位まで記入すること。

〔 4 〕 遺伝子発現に関する次の問いに答えなさい。

問1 タンパク質の合成および転写について述べた次の文章の空欄 **a** ~ **f** にあてはまる語は何か。下の【語群】から適切な語を選んでその番号を答えなさい。

DNA の遺伝情報を写し取って、mRNA がつくられる。この過程を転写という。合成された mRNA が細胞質中の **a** につく。アミノ酸が **b** RNA と結合して **a** に運ばれる。**b** RNA の一端が3つ組塩基に応じて mRNA の一定の位置につく。隣接したアミノ酸が互いに結合すると、**b** RNA が離れる。これらの過程を **c** という。**d** 生物では、遺伝子が発現してタンパク質が合成されるかどうかは、mRNA が転写されるかどうか、つまり転写調節が中心である。一方、**e** 生物では **d** 生物とは異なり、転写調節ばかりでなく **f** が存在するため転写と **c** の場が離れているので、転写後の過程における調節である転写後調節が存在する。

【語群】

- ① 伝令 ② 翻訳 ③ 運搬 ④ 葉緑体 ⑤ リボソーム ⑥ ゴルジ体
 ⑦ 細胞壁 ⑧ 細胞膜 ⑨ 核膜 ⑩ 単細胞 ⑪ 真核 ⑫ 多細胞
 ⑬ 原核

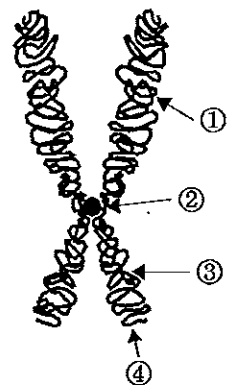
問2 次の文章を読み、問いに答えなさい。

遺伝子が発現するには、DNA の構造がゆるんで DNA の転写開始部位がむき出しになり、転写 ⁽¹⁾ がおこる必要がある。

クロマチンには、強く凝縮して発現しない遺伝子が集まったヘテロクロマチンと、ゆるく集合して発現しうる遺伝子が集まっているユーロクロマチンが存在する。さらにヘテロクロマチンには、遺伝子の発現がほとんど見られない構成的ヘテロクロマチンと、条件によっては遺伝子の発現が見られる条件的ヘテロクロマチン ⁽²⁾ (可逆的ヘテロクロマチン) が存在する。ヘテロクロマチンの DNA は、発現しない状態のまま、細胞増殖により子孫に伝わっていく。

(1) 下線部(1)について。転写時にはたらく酵素を何とよぶか。解答欄の空欄部に適切な7文字(アルファベットおよびカタカナ)を補いなさい。(濁点、半濁点は文字数に含まない。)

(2) 下線部(2)について。右図は電子顕微鏡で見た染色体の模式図である。この図の中で構成的ヘテロクロマチンが多く見られる染色体の部位は①~④のうちどれか。番号で答えなさい。



〔5〕 次の文を読み、問いに答えなさい。

根も葉もなく、高さ8 m、直径は1 mにおよぶ木の幹のような巨大生物の化石が初めて報告されたのは1859年のことであった。

この巨大生物は「プロトタクシアイティース」と名付けられ、およそ4億2千万年から3億5千万年前まで、世界各地で生育していたものと考えられている。プロトタクシアイティースは、はじめ植物とも考えられたが、地衣類、藻類、または菌類などとする意見が出て結論はつかなかった。しかし、カナダやサウジアラビアなどで見つかった化石の顕微鏡観察と炭素の同位体の調査から、プロトタクシアイティースは菌類と結論づけられた。

問1 下線部アに相当する地質時代は何代か。適切なものを1つ選んで答えなさい。

A. 新生代 B. 中生代 C. 古生代 D. 先カンブリア時代 E. いずれでもない

問2 下線部アに相当する地質時代は何紀か。適切なものを3つ選んで答えなさい。

A. 第四紀 B. 第三紀 C. 白亜紀 D. ジュラ紀 E. 三畳紀
F. 二畳紀 G. 石炭紀 H. デボン紀 I. シルル紀 J. オルドビス紀
K. カンブリア紀

問3 地層の地質年代を決定する指標となる化石を何とよぶか。適切なものを1つ選んで答えなさい。

A. 基準化石 B. 指標化石 C. 地質化石 D. 示準化石 E. 区分化石

問4 問1で答えた地質時代の指標となる化石として適切なものを2つ選んで答えなさい。

A. 三葉虫 B. アンモナイト C. ナウマンゾウ D. フズリナ
E. プテラノドン

問5 プロトタクシアイティースが8 mもの高さとなった説明として適切なものを2つ選んで答えなさい。

A. 巨大な植物に囲まれた環境のなかで、湿度等が保たれ巨大化が可能であったから。
B. 脊ついで動物から胞子を守るため。
C. 高さが高い方が速くに胞子を飛ばすことができるから。
D. 巨大な動物がいなかったため、食害などにあう危険がなかったから。
E. 高さが高いことによって飛翔が可能な昆虫による胞子の散布が期待できるため。