

平成 27 年度前期日程入学試験学力検査問題

平成 27 年 2 月 25 日

理 科

物 理…… 4 ～19ページ, 化 学……20～33ページ

生 物……34～45ページ, 地 学……46～55ページ

| 志 望 学 部 | 試 験 科 目                 | 試 験 時 間                |
|---------|-------------------------|------------------------|
| 理 学 部   | 物理，化学，生物，地学のうちから 2 科目選択 | 13：30～16：00<br>(150 分) |
| 農 学 部   |                         |                        |
| 医 学 部   |                         |                        |
| 歯 学 部   |                         |                        |
| 薬 学 部   | 物理(指定)，化学(指定)           |                        |
| 工 学 部   |                         |                        |

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子, 解答用紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は, 55 ページである。問題冊子の白紙のページや問題の余白は草案のために使用してよい。ただし, 冊子の留め金を外したり, ページを切り離しては使用しないこと。なお, ページの脱落, 印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
3. 解答は, 必ず黒鉛筆(シャープペンシルも可)で記入し, ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 解答用紙の受験記号番号欄(1 枚につき 2 か所)には, 忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は, 必ず選択した科目の解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ってはいけない。
7. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰ること。

## 生 物

1 次の[I]と[II]の文章を読み、以下の問(1)～(8)に答えよ。

[I] ヒトが駆け足などの運動をしたときの心拍数の変化を考えてみよう。ヒトの心拍数の変化は [ア] 神経系によって調節されているため、運動によって図1のような変化を示す場合は、 [ア] 神経系のうち [イ] 神経が興奮し、神経末端から主に [ウ] が分泌される。一方、 [イ] 神経に拮抗する [ア] 神経系としては [エ] 神経があり、 [エ] 神経の興奮時には神経末端より [オ] が分泌される。 [エ] 神経の起点は中枢神経系のなかの脊髄(仙髄)、 [カ]、 [キ] 脳にある。図1のような心拍リズムの変化は右心房にある [ク] 結節によって作り出され、そのリズムに合わせて心臓が全身に血液を循環させる。

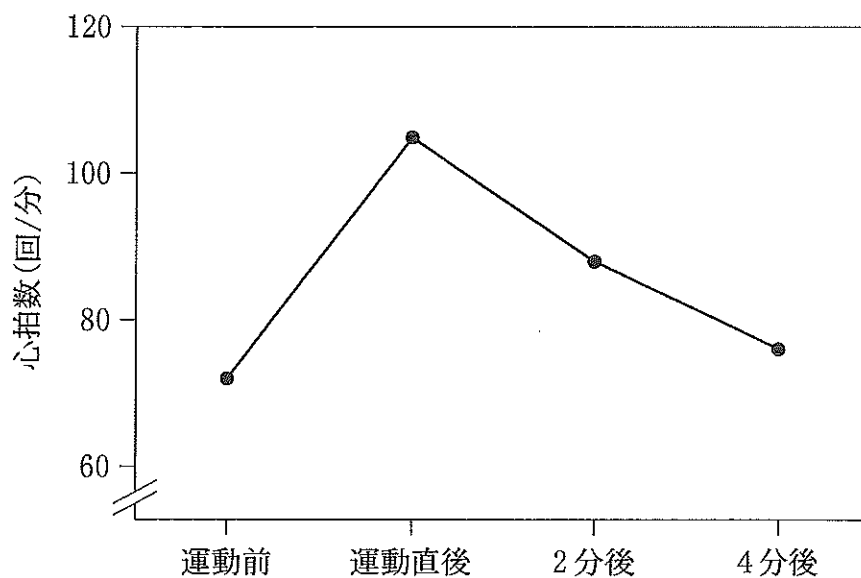


図1

問(1) [ア] ～ [ク] に適切な語句を入れよ。

問(2) イ 神経の興奮時に起こる変化として適切なものを次の①～⑤から2つ選び、番号で記せ。

- ① 口腔内への粘性の高いだ液の分泌
- ② 気管支の収縮
- ③ 胃のぜん動運動の促進
- ④ すい臓からのすい液分泌の抑制
- ⑤ 排尿の促進

[Ⅱ] 全身を流れた血液は大静脈を<sup>(a)</sup>通って心臓に入り、心臓から肺へと送られる。肺から流れてきた血液は再び心臓に入り、心臓から全身へと送られる。  
ヒトの心臓では、心室が右心室と左心室に分かれており、図2は左心室内における圧変化と容積変化の関係を模式的に示している。このとき血液は房室弁を<sup>(b)</sup>通って左心室に入り、大動脈弁を<sup>(b)</sup>通って左心室から出ていくこととする。図2において、心臓が収縮を始めると左心室内の圧がAからBへと上昇し、続いて左心室内の容積がBからCを通してDへと減少する。弛緩が始まると左心室内の圧がDからEへと低下し、続いて左心室内の容積がEからAへと増加する。こうして心臓の収縮と弛緩の1つのサイクルが終了する。

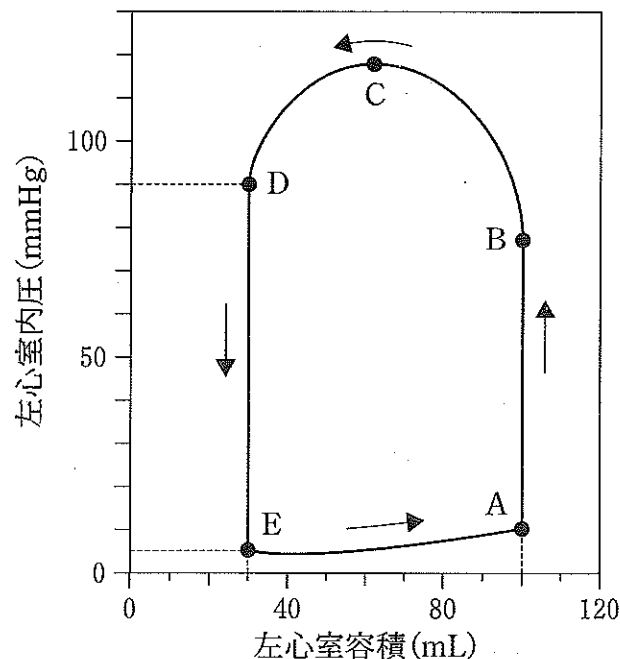
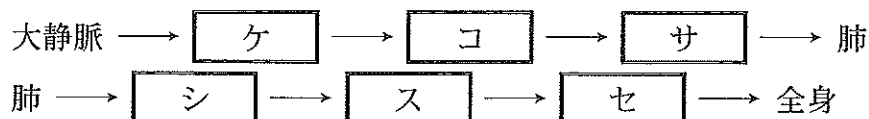


図2

問(3) 下線部(a)の血液の流れについて ケ ～ セ に当てはまる適切な語句を次の①～⑨から選び、番号で記せ。



- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① 肺静脈 | ② 肝動脈 | ③ 左心室 |
| ④ 肺動脈 | ⑤ 右心房 | ⑥ 肝門脈 |
| ⑦ 右心室 | ⑧ 集合管 | ⑨ 左心房 |

問(4) 肺静脈を流れる血液として最も適切な記述を次の①～⑦から 1 つ選び、番号で記せ。

- ① 酸素が多く、二酸化炭素も多い動脈血
- ② 酸素が多く、二酸化炭素が少ない動脈血
- ③ 酸素が少なく、二酸化炭素が多い動脈血
- ④ 酸素が多く、二酸化炭素も多い静脈血
- ⑤ 酸素が少なく、二酸化炭素も少ない静脈血
- ⑥ 酸素が少なく、二酸化炭素が多い静脈血
- ⑦ 酸素が多く、二酸化炭素が少ない静脈血

問(5) 図 2 の曲線が、下線部(b)のように D から E へと変化するとき、房室弁と大動脈弁がそれぞれどのような状態にあるかを枠内に簡潔に記せ。

問(6) 心臓が収縮と弛緩を繰り返すときに心臓の音を聞いてみると、特徴のある音(心音)が繰り返して聞こえ、そのうち、第 2 音とよばれる心音は大動脈弁などが閉じることによって発生する。第 2 音が発生する時期として最も適切なものを図 2 の A～E から 1 つ選び、解答欄①に記号で記せ。また、その記号を選んだ理由を解答欄②の枠内に簡潔に記せ。

問(7) ヒトの血圧は、心臓が大動脈内に血液を送り出すことによって上昇し、その後は低下していく。そのため、心臓が収縮と弛緩を繰り返すとき、大動脈内の血圧は上昇と低下を繰り返すことになる。この心臓に近接する大動脈内の血圧が最低となる時期として最も適切なものを図2のA～Eから1つ選び、解答欄①に記号で記せ。また、その記号を選んだ理由を解答欄②の枠内に簡潔に記せ。

問(8) 図2のような心臓において、1分間に心臓から送り出される血液量(mL)を答えよ。ただし、1分間の心拍数は70回と仮定する。

- 2 遺伝情報の複製、転写、翻訳に関する次の文章を読み、以下の問(1)~(4)に答えよ。

生物の遺伝情報は主に DNA が担っている。DNA は互いに逆向きの 2 本のヌクレオチド鎖が相補的に対合した二重らせん構造をもつ。細胞が分裂するときには、DNA は複製され、娘細胞に均等に分配される。また、DNA の遺伝情報は、細胞内で RNA に転写され、転写された RNA のヌクレオチド配列に基づいてタンパク質が合成される。タンパク質のポリペプチド鎖において、ペプチド鎖のアミノ基が遊離している側をアミノ末端、カルボキシル基が遊離している側をカルボキシル末端とよぶ。

問(1) DNA の複製が保存的様式で起こるか、半保存的様式で起こるかを調べるため、窒素の同位体である  $^{15}\text{N}$  と  $^{14}\text{N}$  を用いて、以下の実験を行った。大腸菌を  $^{15}\text{N}$  のみを窒素源として含む培地で何世代も培養を続けて、 $^{15}\text{N}$  のみを窒素源として含む重い DNA をもつ大腸菌を得た。次に、この大腸菌を  $^{14}\text{N}$  のみを窒素源として含む培地に移して培養し、分裂のたびに大腸菌から二本鎖 DNA を抽出し、これを密度勾配遠心法で分離し、比重の異なる二本鎖 DNA の量比を調べた。DNA 複製が(i)保存的様式で起こる場合と、(ii)半保存的様式で起こる場合のそれぞれについて、 $^{14}\text{N}$  の培地に移してから  $n$  回目の分裂後の二本鎖 DNA の量比を推定し、重い DNA : 中間の重さの DNA : 軽い DNA の比率として記せ。

問(2) DNA は多くの場合に複製開始点から両方向に複製される。図 1 は DNA の複製開始点付近の構造を模式的に示したものである。次の(i)~(iii)に答えよ。

- (i) 領域 1 において、ラギング鎖の鋳型となるのは A 鎖か B 鎖か、記号で記せ。
- (ii) 領域 2 において、リーディング鎖の鋳型となるのは A 鎖か B 鎖か、記号で記せ。

- (iii) 細胞内で DNA が複製される過程では、まず、鋳型 DNA の塩基配列に相補的な配列をもつ RNA プライマーとよばれる短いヌクレオチド鎖が合成される。5'-GACU-3' の配列を持つ RNA プライマーが合成される可能性があるのは、図 1 の DNA のどの位置か。(a)~(g)から選び、解答欄①に記号で記せ。また、その記号を選んだ理由を解答欄②の枠内に簡潔に記せ。

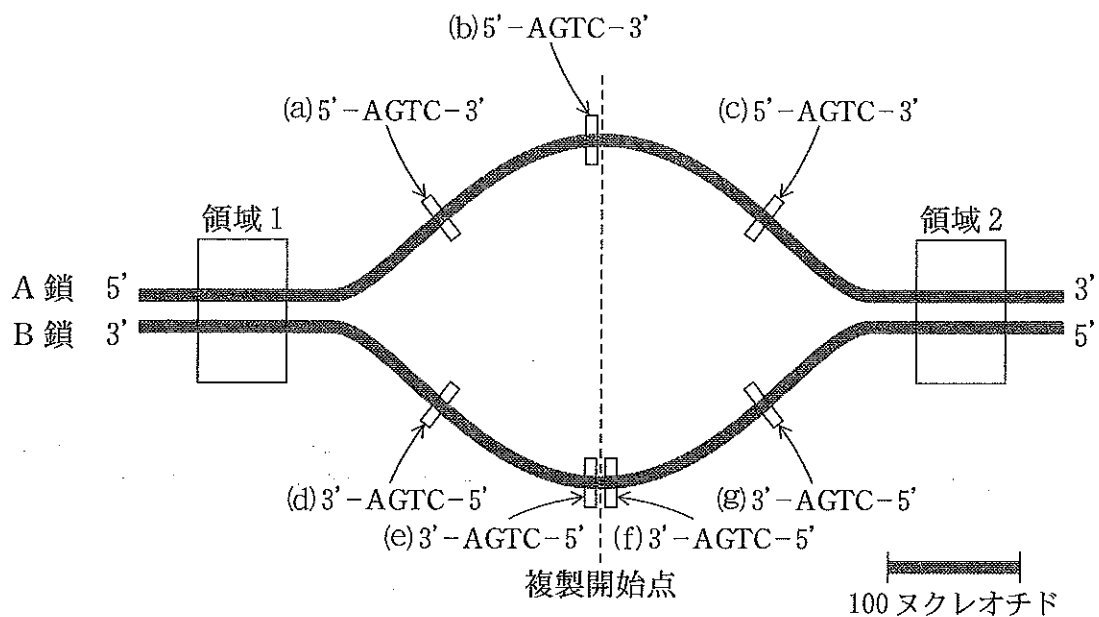


図 1

問(3) 原核生物では、DNA が伝令 RNA (mRNA) に転写されると、ただちにタンパク質合成が開始される。図 2 は、大腸菌の DNA の転写の様子を模式的に示したものである。次の(i)~(iv)に答えよ。

- (i) 図 2 において、転写はどちらの方向に進んでいると考えられるか、(A)か(B)の記号で記せ。
- (ii) 図 2 において、転写の鋳型となっているのは C 鎖、D 鎖のどちらか、記号で記せ。
- (iii) 図 2 において、E で働いている酵素名を記せ。
- (iv) 図 2 において、F で働いている細胞内構造体は何か、その名称を記せ。

(v) 図2にタンパク質合成の様子を描き加えたのが図3のAとBである。

どちらの図が正しいか、AとBから選び、解答欄①に記号で記せ。また、その記号を選んだ理由を解答欄②の枠内に簡潔に記せ。

(vi) 合成されたタンパク質のアミノ末端は図3のX、Yのいずれに存在しているか、記号で記せ。

(vii) 真核生物においては、多くの場合、図3に示すような転写と翻訳の同時進行はみられない。その理由を簡潔に記せ。

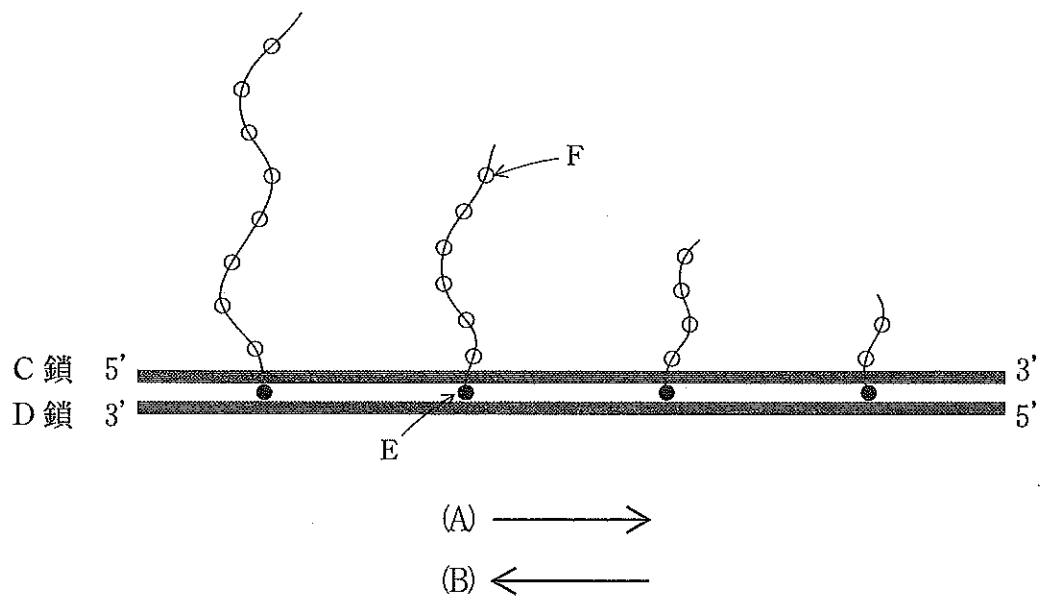


図2

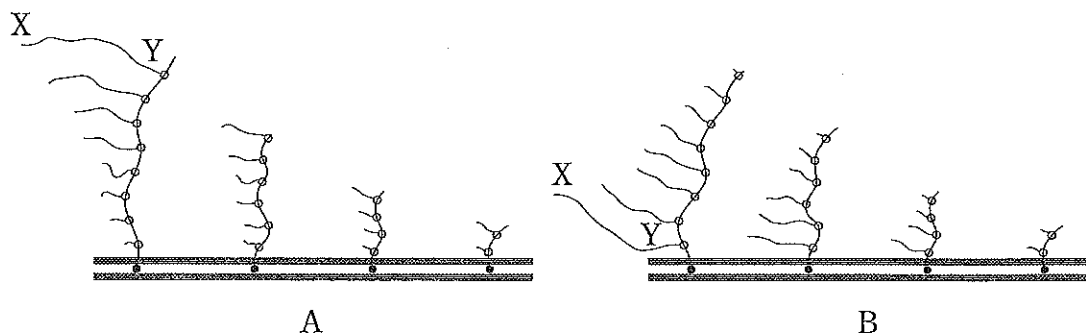


図3



問(4) 真核生物の転写と翻訳について、次の(i)~(iii)に答えよ。

- (i) 真核生物の多くの遺伝子では、DNA から転写された RNA は、不要な部分を取り除かれて、完成した mRNA となる。この過程は何とよばれるか、記せ。
- (ii) 真核生物の遺伝子では、一つの遺伝子から複数種の mRNA がつくられる場合がある。どのようなしくみによってつくられるか、簡潔に記せ。
- (iii) ある真核生物の培養細胞を変異原で処理し、遺伝子 A から合成されるタンパク質について調べたところ、変異原で処理していない細胞のタンパク質よりカルボキシル末端側が短いタンパク質が合成されていた。遺伝子 A のエキソン以外の領域に突然変異が起こったとして、このようなタンパク質の長さの変化が起こった理由を記せ。なお、変異原の処理によって、遺伝子 A 上に一塩基の置換が起こったとする。

3

次の[I]と[II]の文章を読み、以下の問(1)~(8)に答えよ。

[I] 被子植物では、おしべの中で花粉がつくられ、めしべの中で胚のうがつくられる。花粉と胚のうからは、それぞれ配偶子がつくられる。

おしべの先端の<sup>やく</sup>葯の中では、多数の花粉母細胞がつくられる。それぞれの花粉母細胞は減数分裂<sup>(a)</sup>を行って4個の細胞からなる花粉四分子<sup>(b)</sup>ができる。花粉四分子の細胞は離れてそれぞれが花粉となるが、その成熟の過程で細胞の不等分裂が1回起こる。そのため、成熟した花粉では、細胞質の少ない  が細胞質の多い  の中に取りこまれた形になっている。花粉はめしべの柱頭につくと、発芽して花粉管を胚珠に向かって伸ばす。それと前後して  が分裂して2個の  となる。生じた2個の  は花粉管の中を胚珠へと運ばれる。

一方、めしべの子房内にある胚珠では、胚のう母細胞が減数分裂を行って、1個の胚のう細胞と3個の小型の細胞ができる。小型の細胞は退化するが、胚のう細胞は3回の核分裂後に細胞質分裂を行って胚のうとなる。この胚のうの成熟過程では、核分裂により生じた核が細胞膜で仕切られ、1個の  とその両脇に配置する2個の  ,  の反対側に位置する3個の  が生じ、胚のうの大部分の細胞質を含む中央細胞とともに成熟した胚のう<sup>(c)</sup>を構成する。

花粉管の先端が胚のうに達すると、花粉管の中を移動してきた2個の  のうち1個が  と融合して受精卵となる。もう1個の  は中央細胞と融合し、将来胚乳<sup>(d)</sup>をつくる。このような受精の様式は  とよばれ被子植物に特有のものである。

問(1)  ~  に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)の減数分裂に関して、体細胞分裂と異なる点を3つ記せ。

問(3) 体細胞の染色体数が12本の被子植物の場合、下線部(b), (c)を構成する全細胞の染色体数の合計、および下線部(d)の細胞の染色体数はそれぞれ何本となるか記せ。

問(4) 1つの花粉母細胞、および1つの胚のう母細胞から、配偶子として機能する細胞はそれぞれいくつつくられるか。花粉母細胞についてはA欄に、胚のう母細胞についてはB欄に記せ。

問(5) 裸子植物の配偶子形成、受精様式について[I]で述べられている被子植物の配偶子形成、受精様式と異なる点を2つ記せ。

[II] ミヤコグサはマメ科の植物で、自家受精が可能な二倍体である。ミヤコグサは、北海道から沖縄まで日本全土に生育しており、遺伝子の塩基配列に生育地による差があることがある。異なる地域から採取して、自家受精を繰り返すことにより純系化した2つの系統xとyについて、これら2つの系統の間で塩基配列に差があり、区別することができる遺伝子を調査した。そのような遺伝子の中から、同一の染色体上に連鎖するものがE, F, G, H, Iの5種類見つかった。塩基配列を解析することにより区別されるx系統タイプのE遺伝子をEx, y系統タイプのE遺伝子をEyと表現するとすると、二倍体で純系のx系統の5遺伝子の遺伝子型はExExFxFxGxGxHxHxIxIx, y系統の5遺伝子の遺伝子型はEyEyFyFyGyGyHyHyIyIyと表現される。

この5遺伝子の染色体上の位置関係を明らかにする目的で、x系統とy系統を交配してF<sub>1</sub>個体を得た。このF<sub>1</sub>個体にy系統を交配して得られた後代集団の200個体について、E, F, G, H, Iの5種類の遺伝子の塩基配列を解析し、遺伝子型を調査した。得られた遺伝子型から、それぞれの遺伝子間で組換えが起こったと判断できる個体数を集計した結果、表1のようになった。

表1 200個体の後代解析により各遺伝子間で組換えが起こったと判断された個体数

| 遺伝子間 | 組換えが確認された個体数 | 遺伝子間 | 組換えが確認された個体数 |
|------|--------------|------|--------------|
| E—F  | 5            | F—H  | 14           |
| E—G  | 1            | F—I  | 11           |
| E—H  | 9            | G—H  | 10           |
| E—I  | 6            | G—I  | 7            |
| F—G  | 4            | H—I  | 3            |

問(6) 5 遺伝子のいずれの間にも組換えが起こらなかったと仮定した場合に、  
F<sub>1</sub> 個体に y 系統を交配して得られた後代個体がつりうる 5 遺伝子の遺伝子型をすべて記せ。

問(7) F<sub>1</sub> 個体に y 系統を交配して得られた後代個体の遺伝子型のうち、E 遺伝子と F 遺伝子の間で組換えが起こったと判断できるものをすべて記せ。遺伝子型の表現は E 遺伝子と F 遺伝子のみの表現 (ExEyFx<sub>y</sub>Fy など) でよい。

問(8) 表1の結果から、E, F, G, H, I の5種類の遺伝子の順序として考えられるものを記せ。

——このページは白紙——