

一般入試前期B日程

生 物

I (配点 75)

(1) 生物におけるエネルギー獲得と消費に関する次の文章を読み、以下の問い1)～5)に答えよ。

[解答番号 ～]

代謝は、生体内で物質の合成や分解などを担う一連の化学反応である。代謝の中でも、外界から取り込んだ物質をその生物にとって必要な物質に合成する過程は、 と呼ばれ、エネルギーの吸収を伴う。一方、生体内に存在する物質を分解し生命活動に用いるエネルギーを取り出す過程は、 と呼ばれ、エネルギーの放出を伴う。すべての生物において、エネルギー代謝は、主にATPを仲立ちとして行われている。代謝によって合成されたATPは、さまざまな生命活動を行う際のエネルギー源として用いられ、ADPに分解される。

光合成は、光エネルギーを用いて と水から などの有機物が合成されると共に、 が放出される反応で、主に植物により行われている。光エネルギーは、葉緑体の に存在するクロロフィルや などの光合成色素によって吸収され、吸収した光エネルギーを用いてATPなどを合成している。

一方、^{ア)} などの有機物を を用いて無機物にまで分解すると共に細胞が活動エネルギーを得る過程を呼吸といい、^{イ)} 微生物が を用いずに を分解してATPを合成する過程を という。真核生物では、呼吸における解糖系の反応は細胞質基質で行われ、引き続いて行われるクエン酸回路と電子伝達系の反応は、ミトコンドリアで行われる。脂肪が呼吸に使われるときは、まずグリセリンと脂肪酸に分解される。脂肪酸の分解過程のことを と呼び、この過程はミトコンドリアの で行われる。この反応で生じたアセチル CoA は、クエン酸回路に入って使用される。タンパク質が呼吸に使われるときは、まずアミノ酸に分解される。アミノ酸から によって生じた各種の有機酸は、クエン酸回路で使用される。

1) 上の文章の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑳の中からそれぞれ1つずつ選べ。

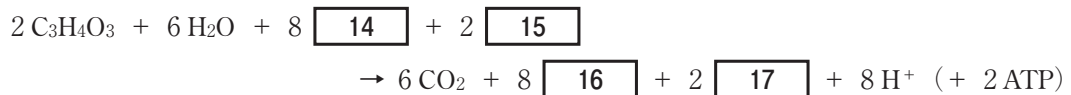
- | | | | |
|--------|-----------|--------------|----------|
| ① 発酵 | ② カロテン | ③ 脱アミノ反応 | ④ 大腸菌 |
| ⑤ 尿素回路 | ⑥ 酸化的リン酸化 | ⑦ ルビスコ | ⑧ 異化 |
| ⑨ ストロマ | ⑩ 二酸化炭素 | ⑪ ポリメラーゼ | ⑫ パスツール |
| ⑬ 酸素 | ⑭ エタノール | ⑮ 原形質流動 | ⑯ チラコイド膜 |
| ⑰ 炭水化物 | ⑱ マトリックス | ⑲ β 酸化 | ⑳ 同化 |

2) 下線部ア)およびイ)の過程において、グルコース1分子から最終的に合成される最大のATP分子数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。

ア) , イ)

① 2 ② 4 ③ 12 ④ 24 ⑤ 38 ⑥ 42

3) 解糖系で生じた2分子のピルビン酸は、ミトコンドリア内でアセチル CoA に変えられクエン酸回路に入る。クエン酸回路の反応は最終的に次のように表すことができる。



上の空欄 ～ に当てはまる補酵素として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。

① NAD ② NADP ③ FAD ④ NAD⁺ ⑤ NADP⁺
⑥ FAD⁺ ⑦ NADPH ⑧ FADH ⑨ NADH ⑩ FADH₂

4) ミトコンドリアにおける反応に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 解糖系とクエン酸回路で還元された補酵素は、まず、ミトコンドリアの外膜にある電子伝達系に運ばれる。
- ② 解糖系とクエン酸回路で還元された補酵素から放出されたH⁺は、最終的にATP合成酵素を通してミトコンドリアの膜間腔に拡散する。
- ③ 解糖系とクエン酸回路で還元された補酵素から放出された電子は、酸化還元反応により酸素およびH⁺と結合し、水を生じる。
- ④ ミトコンドリアにおいてATPを生じるすべての反応は、酸化的リン酸化により行われる。

5) 細胞小器官に関する記述について誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

19

- ① 葉緑体とミトコンドリアは、いずれも核内のDNAとは異なる独自のDNAを保有している。
- ② 細胞内共生説では、シアノバクテリアが原始的な真核生物に取り込まれ、共生することで葉緑体となったとされている。
- ③ 細胞内共生説では、嫌気性細菌が原始的な真核生物に取り込まれ、共生することでミトコンドリアとなったとされている。
- ④ 葉緑体とミトコンドリアは、いずれも二重膜で覆われ、細胞とは別に、細胞内でそれぞれ独自に分裂し増える。

(2) ヒトの筋肉に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) 筋の構造に関する次のA～Dの記述の中で正しいものの数を答えよ。正しいものが1つの場合は解答欄の①を、2つの場合は②を、3つの場合は③を、4つの場合は④を、全て誤っている場合は⑤を、マークせよ。

- A 骨格筋は筋原繊維と呼ばれる細長い細胞が束になったもので、両端が腱で骨とつながった構造をしている。
- B 骨格筋や心筋の細胞は、顕微鏡で観察した時に明暗の規則的なしま模様が見られることから横紋筋とよばれる。
- C 横紋筋が刺激により収縮すると、サルコメア中の明帯の長さが短くなり、暗帯の長さは変化しない。
- D ミオシンフィラメントの上には突起が並んでいて、この部分がATPを繰り返し分解しながら微小管の上で滑り運動を起こす。

2) 筋収縮のコントロールに関する次のA～Dの記述の中で**正しいものの数**を答えよ。正しいものが1つの場合は解答欄の①を、2つの場合は②を、3つの場合は③を、4つの場合は④を、全て誤っている場合は⑤を、マークせよ。 21

- A 骨格筋の細胞には、運動ニューロンと接合するシナプスが存在し、アセチルコリンを介して骨格筋の細胞に興奮を引き起こし、活動電位を発生させる。
- B 骨格筋の細胞では、筋小胞体と呼ばれる袋状の構造が分布しており、この内部には Ca^{2+} が蓄えられている。
- C 骨格筋の細胞が興奮すると、 Ca^{2+} が細胞内に放出され、この Ca^{2+} が結合したトロポミオシンの構造が変化する。
- D 筋における持続的な強い収縮は、強縮と呼ばれ、毎秒数十回の連続した活動電位によって引き起こされる。

(3) 細胞接着と器官形成に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

[解答番号 22 ~ 23]

1) 細胞接着に関する次のA～Dの記述の中で**正しいものの数**を答えよ。正しいものが1つの場合は解答欄の①を、2つの場合は②を、3つの場合は③を、4つの場合は④を、全て誤っている場合は⑤を、マークせよ。 22

- A 多細胞生物のからだをつくる細胞は、細胞どうしが直接連結したり、細胞外基質を介して結合したりしている。
- B 上皮組織では、隣り合う細胞の膜タンパク質どうしが結合して細胞を隙間なく密着させており、このような結合を密着結合という。
- C 管状あるいは中空状のタンパク質複合体が互いに連結している構造をギャップ結合とよび、隣り合う細胞間でイオンやアミノ酸など小分子を交換している。
- D 細胞と基底膜(基底層)の接着には、インテグリンというタンパク質が関与する。

2) 細胞接着と器官形成に関する次のA～Dの記述の中で**正しいものの数**を答えよ。正しいものが1つの場合は解答欄の①を、2つの場合は②を、3つの場合は③を、4つの場合は④を、全て誤っている場合は⑤を、マークせよ。 23

- A カドヘリンと呼ばれる細胞膜を貫通するタンパク質を介して細胞どうしが接着する際には、 Na^+ が必要である。
- B 細胞どうしの接着に関わるカドヘリンにはいくつかの種類があり、同種のカドヘリンを識別して接着する。
- C 動物の発生において同種のカドヘリンを発現している細胞どうしが集合することは、細胞選別と呼ばれる。
- D 脊椎動物における神経管形成前の背側の外胚葉ではE-カドヘリン (E型カドヘリン) が発現しているが、発生が進むと、神経板ではN-カドヘリン (N型カドヘリン) が発現する。

(4) 植物の環境応答と植物ホルモンに関する以下の問い1)～2)に答えよ。

〔解答番号 24 ～ 25〕

1) 植物の環境応答のしくみに関する次のA～Dの記述の中で**正しいものの数**を答えよ。正しいものが1つの場合は解答欄の①を、2つの場合は②を、3つの場合は③を、4つの場合は④を、全て誤っている場合は⑤を、マークせよ。 24

- A 植物は、昆虫による食害に際してジャスモン酸を合成し、この物質を介して誘導された防御物質を多く含む植物を食べた昆虫は、タンパク質を消化しにくくなる。
- B ジャスモン酸は孔辺細胞の K^+ チャネルを開き、細胞外へ K^+ を放出させることで孔辺細胞の浸透圧を低下させる。
- C 植物の光受容体であるフォトトロピンは、主に赤色光と遠赤色光を吸収する色素タンパク質であり、光発芽種子の発芽促進などを引き起こす。
- D クリプトクロムは青色光を受容する光受容体として知られており、光による茎の伸長の抑制などに関与している。

2) 植物ホルモンの種類と働きに関する次のA～Dの記述の中で**正しいものの数**を答えよ。
正しいものが1つの場合は解答欄の①を，2つの場合は②を，3つの場合は③を，4つの場合は④を，全て誤っている場合は⑤を，マークせよ。

25

- A 茎の光屈性において，光の当たる側と当たらない側とで茎の成長速度を調節しているのはサイトカイニンである。
- B イネの種子の発芽では，ブラシノステロイドと呼ばれる植物ホルモンが合成され，アミラーゼ遺伝子の発現が誘導される。
- C 種子の休眠に関わる植物ホルモンはアブシシン酸であり，種子の休眠の維持や乾燥耐性の保持に重要な役割を果たす。
- D 果実の成熟を促進する植物ホルモンはオーキシンであり，種無しブドウの生産などに応用されている。

II

(配点 75)

(1) 細胞分裂と染色体に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) 体細胞分裂に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 植物細胞では、細胞の赤道面に細胞板が形成されて2つの娘細胞に分かれる。
- ② 細胞分裂が行われる時期はG₀期と呼ばれ、前期、後期の2つの期に分けられている。
- ③ 分裂期以外の時期は間期と呼ばれ、DNAは間期のうちのS期に合成される。
- ④ 分裂期直後にDNAの複製が始まり、その後、細胞質や細胞膜など他の構成要素が成長する。
- ⑤ 動物細胞では分裂期のはじめに核膜がくびれて核分裂が起こり、続いて細胞膜がくびれて新しい核を含む細胞質が分かれる。
- ⑥ 分裂直前の1つの細胞には、分裂直後の1つの細胞の4倍のDNAが含まれている。

2) 染色体に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 相同染色体は、分裂する前の動原体でつながった同じ染色体のコピーである。
- ② 酢酸オルセインや酢酸カーミンなどの染色液によって染まる。
- ③ 真核細胞の染色体はDNAと脂質の複合体である。
- ④ ヒトの体細胞に含まれる染色体数は64本である。
- ⑤ 減数分裂時に染色体の乗換えが起こることがある。
- ⑥ 真核細胞の染色体は分裂時以外は核小体内に収納されている。

(2) 遺伝に関する次の文章を読み、以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

ある植物の花には紫色と赤色の系統がある。また、同じ植物には花粉の形が長形と丸形の系統がある。この花色と花粉の形質はそれぞれ1対の対立遺伝子に支配されており、紫色の花は赤色の花に対して優性で、長形の花粉は丸形の花粉に対して優性である。

紫花で長形の花粉の形質をもつ純系の株と、赤花で丸形の花粉の形質をもつ系統の株をかけ合わせて種子をとり、すべてまいて育てたF₁では、すべての株が紫花で長形の花粉の表現型を示した。このF₁同士を掛け合わせたところ、次の世代のF₂では、[紫花・長形花粉]、[紫花・丸形花粉]、[赤花・長形花粉]、[赤花・丸形花粉]の株数はそれぞれ1528、106、117、381であった。

F₁を赤花で丸形の花粉の形質をもつ系統とかけ合わせ、できた種子をすべてまいて育てたところ、[紫花・長形花粉]、[紫花・丸形花粉]、[赤花・長形花粉]、[赤花・丸形花粉]の株数はそれぞれ1202、148、156、1195であった。

1) 上の文章中のF₁が形成した配偶子のもつ以下の形質の遺伝子の比率として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。

	紫花・長形花粉	紫花・丸形花粉	赤花・長形花粉	赤花・丸形花粉
①	1	2	2	1
②	1	3	3	9
③	3	1	1	3
④	4	1	1	4
⑤	8	1	1	8
⑥	9	3	3	1

2) 上の文章から推定される組換え価(%)を計算して、小数点以下は四捨五入せよ。そのうえで該当する数を①～⑩から選び、 と にマークして、その値を示せ。たとえば、7.8%の場合は8%となり、 に⑩を、 に⑧をマークする。

%

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

3) この植物は丈が^{たけ}高い形質と低い形質が1対の対立遺伝子によって決まっている。丈が高い形質が低い形質に対して優性である。この遺伝子は花色と花粉の遺伝子と同じ染色体上に存在しているとする。丈が高い紫花の形質をもつ純系の株と、丈が低い赤花の形質をもつ株を交雑して組換え価を算出したところ、8%であった。丈が高い長形の花粉の形質をもつ純系の株と、丈が低い丸形の花粉の形質をもつ株を交雑して組換え価を算出したところ、花色と花粉の組換え価よりも小さい値だった。この場合の記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 33

- ① 染色体上の各遺伝子座は、花粉、花色、丈の順番に並んでいる。
- ② 染色体上の各遺伝子座は、花色、花粉、丈の順番に並んでいる。
- ③ 染色体上の各遺伝子座は、花色、丈、花粉の順番に並んでいる。
- ④ この結果からは各遺伝子座を推定することはできない。

4) この植物がある広い調査区域内に自生しているとする。上記の3つの形質はどれも他の形質に対して生存や繁殖に有利・不利は無く、遺伝子流動が無い場合、20世代後のこれらの形質の遺伝子に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

34

- ① 集団が十分大きく、遺伝的浮動の影響が大きい場合、各対立遺伝子の優性の遺伝子の割合が大きくなる。
- ② 集団が小さく、遺伝的浮動の影響が小さい場合、交配がランダムに行われて各対立遺伝子の劣性の遺伝子が淘汰され、優性の遺伝子の割合が大きくなる。
- ③ 集団が小さく、純系同士で交配される場合、各遺伝子の割合は元の集団と変わらない。
- ④ 集団が十分大きく、交配がランダムに行われて、突然変異が起これなければ各遺伝子の割合は元の集団と変わらない。

(3) 動物の発生に関する以下の問い1)～7)に答えよ。

[解答番号 ～]

1) ウニの発生に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 精子が未受精卵のゼリー層に達すると、精子の中心体が伸びて卵の細胞膜に接する。
- ② 8細胞期までは等割である。
- ③ 卵黄の量が植物極側に偏っているため端黄卵と呼ばれる。
- ④ 原腸胚後期にふ化する。
- ⑤ 口が形成されるのは原腸胚中期である。
- ⑥ プリズム幼生、プルテウス幼生を経て変態をする。

2) カエルの発生に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 精子進入点の反対側の動物半球に灰色三日月環があらわれ、ここが将来的にカエルの腹となる。
- ② 原口が陥入して、しだいに卵割腔が形成される。
- ③ 脊索の周囲が盛り上がり、中胚葉由来の細胞が管を形成して神経管が形成される。
- ④ 卵黄が植物極側に偏っているので、卵割がすすむと植物極側の割球は動物極側の割球に比べて大きくなる。

3) イモリの胚を使った実験に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 局所生体染色法を使って胞胚表面の細胞を標識し、その後の発生を観察すると、胚のある部分の予定運命を知ることができる。
- ② イモリの初期神経胚の神経になる部分を別のイモリの初期神経胚の表皮になる部分に移植すると、移植先の予定運命に従って表皮に分化する。
- ③ 受精卵の灰色三日月環を分けるように糸で強くしばると、片方は正常な幼生になるが、もう一方は発生が止まり、未分化の細胞の塊となる。
- ④ 受精卵を灰色三日月環が一方の割球のみに入るようにして糸で強くしばると、2匹の正常な幼生になる。
- ⑤ 原腸胚の原口背唇部を他のイモリの原腸胚の胞胚腔に移植すると、腹側に二次胚が形成される。

4) ニワトリの発生に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

40

- ① 卵殻内で発生が進むため、胚を生きのまま観察することは不可能である。
- ② 大量の卵黄を含むため、卵割は動物極側の付近だけで行われる表割である。
- ③ 胚の中胚葉由来の真皮は外胚葉由来の表皮の細胞を誘導して鱗や羽毛を形成する。
- ④ 卵黄が多いため、胞胚腔や神経管の形成は生じない。

5) ショウジョウバエの発生に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 41 , 42

- ① 受精前の卵形成の過程で卵内にピコイドタンパク質の濃度勾配が形成される。
- ② 受精卵は細胞分裂よりも先に核の分裂を行い、多核細胞を経て胞胚になる。
- ③ ショウジョウバエの卵は心黄卵で、表面のみ卵割が起きる盤割である。
- ④ 前後軸に沿って14の体節が形成され、体節ごとに器官が形成される。
- ⑤ 通常、体節が頭部、胸部、腹部に分かれ、胸部には翅が4枚形成される。

6) 分類群と発生に関する記述として正しいものを、次の①～④の中から1つ選べ。

43

- ① 棘皮動物は胚の原口が成体の肛門になる旧口動物である。
- ② 刺胞動物は胚の原口が成体の口になる新口動物である。
- ③ 環形動物は内胚葉、外胚葉、中胚葉の3つの胚葉をもつ三胚葉動物である。
- ④ 海綿動物は内胚葉と外胚葉の2つの胚葉をもつ二胚葉動物である。

7) 発生に関わる遺伝子について説明した文章として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 44

- ① 特定の遺伝子を一定の順序で発現させるため、オペレーターは遺伝子の発現を促進している。
- ② Hox 遺伝子など、ある遺伝子がゲノム内に複数存在する遺伝子重複は進化において重要な役割を果たしていることが知られている。
- ③ 胚の細胞では発生段階と周りの細胞との位置関係によって不要な遺伝子は消失して、特定の細胞に分化する。
- ④ 哺乳類の指はある段階で遺伝子が働き、細胞が分裂して増えるアポトーシスによって形成される。

(4) 動物の免疫実験に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

抗原抗体反応を用いて、細胞膜上の特定分子の存在を確認することができる。ヒトの白血球表面に存在する分子 A の存在を確認するために以下の実験を行った。

ア) 生物 I にヒト白血球表面の分子 A を として注射し、¹⁾抗体を作製した。さらに、作製した分子 A に対する抗体を生物 II に注射して、生物 I の抗体に対する抗体を作製した。これを二次抗体という。二次抗体には蛍光色素をつけ、標識した。

ウ) ヒト血液から分離した白血球が入った液を試験管に入れ、分子 A に対する抗体を入れた。反応しなかった抗体を除去したのち、二次抗体を入れ、反応させた。反応しなかった二次抗体を除去したのち、白血球上の蛍光色素を専用の顕微鏡で確認した。

1) 上の文章中の空欄 に入る語として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 獲得免疫 ② 抗体産生細胞 ③ 抗原 ④ 記憶細胞

2) 上の文章中の生物 I と生物 II として最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から1つ選べ。

	生物 I	生物 II
①	ヒト	ウニ
②	ネズミ	ニワトリ
③	コオロギ	ウマ
④	イヌ	イカ

3) 下線部ア)に関して、白血球ではないものを次の①～④から1つ選べ。

- ① 樹状細胞 ② NK (ナチュラルキラー) 細胞
③ マクロファージ ④ シュワン細胞

4) 下線部イ)に関して、抗体を構成している物質名を次の①～④から1つ選べ。

- ① モータータンパク質 ② MHC 分子
③ サイトカイン ④ 免疫グロブリン

5) 顕微鏡下で蛍光を観察したところ、蛍光が確認される細胞と、確認されない細胞が存在した。この結果に対する考察として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

49

- ① 白血球には分子 A が存在するものと、存在しないものがある。
- ② 分子 A に対して反応した抗体が十分に存在したため、蛍光がまばらになった。
- ③ 白血球の一部は分子 A に抗体が結合しても、二次抗体が結合できない。
- ④ 蛍光が観察されなかった白血球は、二次抗体が分子 A に直接結合したと考えられる。

6) ヒト白血球の表面に存在する分子 A とは異なる分子 B をウサギに注射して、分子 B に対する抗体を作製した。上の実験の下線部ウ)の試験管にこの分子 B に対する抗体も入れて反応させた。これ以降は上の実験と同様に操作して蛍光を観察した場合、どのような結果が予想されるか。最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

50

- ① 分子 A と分子 B では異なる波長の蛍光が確認される。
- ② 分子 B の存在を示す蛍光も確認されるため、蛍光の強度が強くなる。
- ③ 分子 A の存在を示す蛍光のみ確認されるため、結果はほとんど同じである。
- ④ 2つの異なる抗原に対する抗体が競合するため、蛍光が確認できなくなる。