

2014 年度入学試験問題

デザイン工学部A方式I日程・理工学部A方式I日程

生命科学部A方式I日程

3 限 理 科 (75分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～16
生 物	18～23

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 生物は生命科学部(生命機能学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(都市環境デザイン工学科・システムデザイン学科)、理工学部(機械工学科機械工学専修・応用情報工学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(生 物)

注意：生命科学部生命機能学科を志望する受験生のみ選択できる。

解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

〔I〕 ミドリムシの1種である学名 *Euglena gracilis* は、水域に生息する単細胞の真核生物であり、光合成をおこない、光のくる方向へ運動する。この生物について以下の問いに答えよ。

1. 二名法による属名を記せ。
2. 無性生殖による細胞のふえ方の名称を記せ。
3. 間期初期(G1期)の細胞に含まれるDNA量を1とするとき、核分裂の中期の細胞に含まれるDNAの相対量を記せ。
4. 染色体を構成する主要なタンパク質の名称を記せ。
5. DNA塩基配列中のタンパク質の情報となる部分の名称を記せ。
6. RNAポリメラーゼが最初に結合するDNAの領域の名称を記せ。
7. 光合成速度に大きく影響する主な3つの環境因子を記せ。
8. 光のくる方向へ運動する性質の名称を記せ。
9. 運動を担う効果器の名称を記せ。
10. 5界説に基づいた分類に含まれる界を記せ。
11. 2界説では分類できない理由を、句読点を含めて45字以内で記せ。

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

生体内のエネルギー代謝では、ATP とよばれる化学物質が「エネルギー通貨」⁽ⁱ⁾として重要な役割を果たしている。ATP は、核酸を構成する塩基の一つである と糖の一種である が結合した に3個のリン酸が直列に結合した化合物である。ATP 分子内のリン酸どうしの結合は、これが切れると大量のエネルギーを放出するため、 とよばれる。生体内では、ATP が絶えず分解と合成をくり返して使用され、生命活動を支えている。⁽ⁱⁱ⁾

1. 空欄 ~ に入る適切な語句を記せ。
2. ATP 分子内に存在する の数を記せ。
3. 下線部(i)について、ATP が生体のエネルギー通貨とよばれる理由を、句読点を含めて60字以内で記せ。
4. 下線部(ii)について、ヒトの脳では1日に10 kg のATPを使うが、この必要量は脳中に存在する 1.2×10^{21} 個のATP分子をくり返し分解・合成することで満たされているとする。1分子のATPが1日に分解・合成される平均の回数を記せ。ただし、ATPの質量は 6.0×10^{23} 分子あたり500 gとする。
5. 好気呼吸によって1分子のグルコースが完全に分解された場合、何分子のATPが合成されるかを記せ。
6. グルコースを呼吸基質とした好気呼吸により、ヒトの脳が1日に使うATPを合成する場合、何グラムのグルコースが必要とされるかを記せ。ただし、グルコースの質量は 6.0×10^{23} 分子あたり180 gとする。必要であれば小数点以下は四捨五入して、答えは整数で記せ。
7. 真核細胞では、ATPを合成する細胞小器官が2種類知られている。それらの名称を記せ。

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読み、以下の問いに答えよ。

個体群がもつ対立遺伝子の集合は **ア** とよばれる。ハーディー・ワインベルグの法則が成立するような集団は、対立遺伝子の頻度が世代を経ても変化しないために **イ** にあるといわれ、進化はおこらない。進化がおこるためには、染色体や DNA に永続的な変化をもたらす **ウ** が個体群全体に広がり、**ア** の構成が変化する必要がある。ある環境のもとで、生存や繁殖に有利な **ウ** をおこした遺伝子が次世代の **ア** に占める割合が増加することを **エ** とよぶ。また、生存や繁殖についての有利さに違いがなく、特定の対立遺伝子が増えたり減ったりする現象を **オ** とよぶ。タンパク質や DNA の分子レベルの違いの多くは、**ウ** と **オ** によって生じるといふ考えは **カ** とよばれる。

進化が進む中で、タンパク質のアミノ酸置換が累積する場合がある。たとえば、脊ついで動物のもつヘモグロビン α 鎖を構成するアミノ酸配列を詳しく比較すると、どの動物でも同じような部分と動物ごとに異なる部分がある。動物ごとにアミノ酸配列が異なる部分に注目すると、共通の祖先から分岐したあとの時間が長い動物どうしほど、アミノ酸配列の違いが大きくなる傾向がある。

1. 空欄

ア

 ～

カ

 に入る適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)について、ヘモグロビン α 鎖の一部はアミノ酸配列が変化しなかった理由を、句読点を含めて60字以内で記せ。
3. ヘモグロビン α 鎖のアミノ酸置換の速度は、あらゆる脊ついで動物で一定であると仮定して、つぎの(1)と(2)の問いに答えよ。
 - (1) ヒトとウマのヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列を比較したところ、異なるアミノ酸数は18個であった。ヒトとウマが約 9.0×10^7 年前に共通の祖先から分岐したとすると、ヘモグロビン α 鎖の1個のアミノ酸が置換されるのに必要となるおおよその年数を記せ。
 - (2) ヒトとイモリのヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列を比較したところ、異なるアミノ酸数は62個であった。ヒトがイモリとの共通の祖先から分岐したあとに経過したおおよその年数を記せ。
4. 200個体からなるある生物集団について、ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つとする。この生物集団の対立遺伝子Aとaの頻度がそれぞれ0.6と0.4であるとき、各遺伝子型(AA, Aa, aa)の個体数を記せ。

〔IV〕 動物に関する以下の問いに答えよ。

1. 動物界は多くの動物門から構成される。三胚葉が分化する動物の系統では、発生の様式から旧口動物と新口動物の二つの系列にわけることができる。
- (1) (ア)～(シ)の動物が属する動物門を(a)～(i)から選んで、それらの記号を記せ。
ただし、同じ記号を複数回選んでよい。
- (2) 旧口動物に属する動物門を(a)～(i)からすべて選んで、それらの記号を記せ。
- (3) 新口動物に属する動物門を(a)～(i)からすべて選んで、それらの記号を記せ。
- 動物： (ア) イソギンチャク (イ) マイマイ (ウ) フジツボ
(エ) プラナリア (オ) ホヤ (カ) ミミズ
(キ) ナメクジウオ (ク) カメ (ケ) サナダムシ
(コ) ナマコ (サ) ゴカイ (シ) クラゲ
- 動物門：(a) 軟体動物 (b) きよく皮動物 (c) へん形動物
(d) 環形動物 (e) 節足動物 (f) 原索動物
(g) 脊つい動物 (h) 海綿動物 (i) 刺胞動物
2. 動物は系統によって神経系が異なる。
- (1) 刺胞動物のもつ神経系の名称とその特徴を記せ。
- (2) 節足動物のもつ神経系の名称とその特徴を記せ。
3. つぎの説明文(1)～(5)の下線部の語句について、正しい場合は○、誤っている場合は×を記せ。さらに、語句が誤っている場合は正しい語句を記せ。
- (1) 軟体動物と環形動物は、ともにワムシの成体に似たストロピラという幼生期をもつ。
- (2) 節足動物は開放血管系をもつ。
- (3) 動物と同じように、被子植物のイチョウは、精子を作る。
- (4) 動物界のうち最も種が多い門は、脊つい動物門である。
- (5) イカの無髄神経繊維は、カニの無髄神経繊維に比べ直径が小さいため、興奮はより速く伝導する。

〔V〕 ウニの発生に関して、以下の問いに答えよ。

ウニの卵は、卵黄が比較的少なく均等に分布している であり、受精して卵割が始まると各割球は同調して分裂する。第三卵割まではどの割球も同じ大きさになる をおこなうが、第四卵割では によって、動物極側には8個の中程度の大きさの割球が現れ、植物極側には4個の大きな割球と4個の小さな割球が現れる。卵割が進み、細胞数が増加するにつれて胚はクワの実のように見える になる。さらに卵割が進むと胞胚となり、ふ化が起こる。その後、表面の細胞層が胞胚内へ陥入し原腸胚となり、プリズム幼生期を経て、外界からエサをとって独立した生活ができる 幼生期になる。幼生はやがてウニの成体になる。

1. 空欄 ～ に入る適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)の受精時に卵の中に進入できる精子は1個である。他の精子が卵に進入できなくなる仕組みを句読点を含めて50字以内で記せ。
3. ウニの発生初期に見られる細胞分裂である卵割と、一般の体細胞分裂には下線部(ii)の他にも相違点がある。卵割の特徴について句読点を含めて50字以内で記せ。
4. 下線部(iii)の陥入によりできた原口付近は、 幼生のどの部分になるか、以下の(a)～(e)より1つ選んで記号を記せ。
(a) 口 (b) 胃 (c) 骨格 (d) 肛門 (e) とげ
5. 胚を構成する細胞群は陥入によって、その配置が大きく変わり、外表面の(A)外胚葉、内側の(B)内胚葉、その中間に位置する(C)中胚葉の3つの胚葉に分化する。 幼生の食道、骨格、腸の組織はこれら三胚葉のうち主にどの胚葉から形成されるか、各々(A)～(C)の胚葉より1つ選んで記号を記せ。
6. 下線部(iv)のウニの幼生が形態や性質を大きく変えて成体になる過程は何とよばれるか、その名称を記せ。