

熊本大学

生物

問題

2016年度入試

【学部】 理学部、医学部、薬学部、工学部
【入試名】 前期日程
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

動物のからだを構成する生物学的に最小の構成単位は^{a)}細胞であり、多くの細胞が集まって1つの個体をつくっている。これらの細胞は同じ^{b)}遺伝子をもちながらも、いろいろな形やはたらきをもつように分化する。その中で同じ形やはたらきをもった細胞が集まって^{c)}組織を形成し、いくつかの組織が組み合わさって^{d)}特定の形とはたらきを備えた器官がつくられる。器官は関連したはたらきをもつ他の器官と共に器官系を形成する。このような器官系がいくつも合わさって、おたがいに協調しながらからだはできている。

(問1) 下線部 a) に関する次の文中の [1] ～ [5] に適切な語句を入れよ。

細菌類とは異なり、動物のからだを構成する細胞を [1] 細胞という。 [1] 細胞の基本的構造は核と [2] とこれらを包む細胞膜から成る。 [2] にはタンパク質合成の場である [3] やエネルギー産生の場である [4] をはじめとして小胞体、ゴルジ体などのさまざまなはたらきをもつ [5] が含まれる。

(問2) 下線部 b) に関する次の文章を読んで、以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

ヒトゲノム中には2万～2万5千個の遺伝子が存在している。それぞれの遺伝子は RNA ポリメラーゼによって転写されるが、組織や器官によって、細胞内での転写量が異なる。

(ア) RNA ポリメラーゼに関する記述①～⑤のなかから誤っているものを2つ選んで、番号で答えよ。

- ① RNA ポリメラーゼは、RNA ヌクレオチド鎖を 5'→3' の方向に合成していく。
- ② RNA ポリメラーゼによって転写が開始される場合は、基本転写因子と呼ばれるタンパク質が必要である。
- ③ RNA ポリメラーゼによる転写の際にアミノ酸の置換が起こることで、鎌型赤血球症が引き起こされる。
- ④ クロマチンは RNA ポリメラーゼによる転写に影響をおよぼす。
- ⑤ ラギング鎖を合成する際は、プライマーとともに RNA ポリメラーゼが必須である。

(イ) ある調節遺伝子 X が、調節遺伝子 Y と Z の発現を促し、この2つの調節遺伝子が X の発現を促すはたらきがある。このように、反応の結果が反応のはじめの段階を調節する現象は一般に何とよばれているか、答えよ。

(問3) 下線部 c) に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

骨格筋の筋繊維の中には多くの筋原繊維が含まれている。この筋原繊維には明るく見える明帯と暗く見える暗帯が交互に連なったしま模様が見られる。明帯の中央には Z 膜とよばれる仕切りがあり、Z 膜と Z 膜の間を [6] とよぶ。しま模様は筋原繊維を構成する細い [7] と太い [8] の配列によるもので、Z 膜の両側に [7] が結合し、暗帯では [8] が [7] と平行するように配置されている。そして筋収縮によって筋が短くなるのは [8] の間に [7] が入り込むことによる。

(ア) 文中の [6] ～ [8] に適切な語句を入れよ。

(イ) 筋収縮のしくみとして二重下線部のような考えを何とよぶか、答えよ。

(ウ) 筋が収縮するとき筋原繊維を取り囲む筋小胞体から放出されるものは何か、答えよ。

(問4) 下線部 d) の1つである免疫を担う器官について次の文章を読み、以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

免疫を担うリンパ球は、 [9] にある造血幹細胞に由来する。リンパ球のうち T 細胞は、 [9] から [10] に移動して成熟する。成熟した T 細胞は、細胞表面の主要組織適合抗原 (MHC) を目印として、自己と他人の細胞を識別しうる。もし自己の MHC とは異なる非自己 MHC を発現する細胞が体内に侵入すると、その細胞表面の非自己 MHC を目印として、自己の T 細胞がこの細胞を攻撃する。このようにして MHC の不一致は臓器移植の際の拒絶反応の原因となる。

ある集団において、MHC の1つをコードする遺伝子 *MI* の頻度が24.9%とすると、*MI* 遺伝子がホモ接合体となる個体 (*MI* ホモ個体) はこの集団中に [11] %、*MI* 遺伝子がヘテロ接合体となる個体は [12] % いる。*MI* ホモ個体から取り出した組織は、この集団の [13] % の個体に、MHC の不一致による拒絶反応なしに移植可能と考えられる。

(ア) 文中の [9]、[10] に適切な語句を入れよ。

(イ) 文中の [11] ～ [13] に入る数値を、小数点第一位まで答えよ。

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

個体の□1や□2に及ぼす影響が対立遺伝子間で異なる場合、相対的に不利な対立遺伝子が集団から消えていったり、相対的に有利な対立遺伝子が集団中に広まったりすることを自然選択と呼ぶ。このa)自然選択による進化論を初めて提唱したのは英国の生物学者ダーウィンである。彼は、同じような自然選択の考えに到達していた□3とともに自然選択の考えを発表し、1859年に□4を出版した。

ダーウィンが進化論の着想を得るきっかけとなったのは、彼が乗船したビーグル号による世界一周の航海であった。この航海中に立ち寄った□5諸島では、近縁な動物間で島ごとに形質の変異があることを観察し、それが同一の祖先から各島の環境に適応進化した結果ではないかと考えるようになった。

ハチ、アリ、□6など一部のb)昆虫は、高度に組織化された集団をつくって暮らしている□7昆虫である。たとえばミツバチの巣の中には、産卵に専念する女王と食物の採取や巣室づくり、幼虫の世話などを行う働きバチ(ワーカー)がいて、役割分担がなされている。こういった分業制度を□8という。□9で子育てに協力するヘルパーとは異なり、c)ワーカーは不妊で、自らの子を残すことができない。ダーウィンは、他個体の繁殖を手助けするワーカーのような不妊個体の存在が、一見すると自らが提唱した進化論に反する事例であると気づいていた。

(問1) 文中の□1～□9に適切な語句または人名を入れよ。

(問2) 下線部a)に関して、現在では「自然選択による適応進化」とともに「遺伝的浮動による中立進化」も進化の主要プロセスとして認められている。この遺伝的浮動とはどのような現象か50字以内で説明せよ。また、中立進化の過程について研究し、分子進化の中立説を唱えたことで知られる日本の遺伝学者は誰か、その氏名を答えよ。

(問3) 下線部b)に関して、以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

(ア) 昆虫の卵は卵黄が卵細胞の中心に集まっている心黄卵で、その卵割の様式は部分割・表割であるが、ウニ、カエル、カニ、カメ、マウス、ニワトリ、ヒト、メダカの8つの動物の卵のタイプと卵割様式にあてはまるのは①～④のいずれか、番号で答えよ。また、端黄卵とはどのような卵のタイプか、盤割とはどのような卵割の様式なのか、それぞれ40字以内で答えよ。

① 端黄卵・全割 ② 端黄卵・盤割 ③ 心黄卵・表割 ④ 等黄卵・全割

(イ) 私たちは日々、自然からのさまざまな恵みをうけて暮らしている。そのような恵みのことを生態系サービスと呼ぶが、昆虫による生態系サービスにはどのようなものがあるか1つ答えよ。

(ウ) 昆虫は節足動物門に属する。次の①～⑧のうち、節足動物の特徴としてあてはまるものをすべて選び、番号で答えよ。

① 左右相称動物である。 ② からだが石灰質を主成分とする殻で覆われている。
③ 1心房1心室の心臓をもつ。 ④ 胚発生における原口がそのまま成体の口になる。
⑤ 生物の世界の3ドメインでは、植物と同じドメインに属する。 ⑥ 三胚葉動物ではない。
⑦ 6本の脚をもつ。 ⑧ 従属栄養生物である。

(エ) 次の①～⑧のなかから節足動物と最も系統的に近い動物群を選び、番号で答えよ。また、選んだ動物群に属する動物名を1つ記せ。

① 海綿動物 ② 環形動物 ③ 棘皮動物 ④ 原索動物
⑤ 刺胞動物 ⑥ 線形動物 ⑦ 扁形動物 ⑧ 軟体動物

(オ) ショウジョウバエの未受精卵で、濃度勾配を形成している母性因子を2つ答えよ。また、各母性因子の機能を失った変異体はそれぞれどのような外見的特徴をもった幼虫になるか答えよ。

(問4) 下線部c)に関して、ワーカーが自分の子を残さずに、女王の産んだ子(血縁者または妹)の世話をし、育てるのはどうしてか、英国の生物学者ハミルトンによる考えを70字以内で述べよ。

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問6)に答えよ。

動物細胞の細胞膜は、主にリン脂質とタンパク質から構成されている。隣接する細胞が膜タンパク質を介して結合することは、多細胞生物にとって極めて重要である。例えば、消化管などの内表面を覆う[1]組織では、[2]結合が発達している。この結合により、消化管内容物が、消化管内から細胞間隙を通過して外部に漏れることはない。[2]結合は、細胞内で連結タンパク質を介して、a)細胞骨格と結合している。また、b)心臓の心筋細胞間に局在する[3]結合は、c)心筋が同調して拍動することに寄与している。植物細胞の[4]は、[3]結合の構造と類似している。

心臓から送り出された全血液量の約30%は、d)肝臓に流れ込んでいる。e)それぞれの組織や器官の活動に必要な血液量を制御することで体内の恒常性は一定に保たれ、生命活動が営まれている。

(問1) 文中の[1]～[4]に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部 a)に関して、下記(ア)、(イ)の説明に該当する細胞骨格の名称を答えよ。また、それぞれの細胞骨格と関連が深い項目を(A群)から2つずつ選び、番号で答えよ。

(ア) 2種類の球状タンパク質が交互に並び、円筒状構造をしている。

(イ) 繊維状のタンパク質が束ねられた構造をしている。

(A群)

- ① アメーバ運動 ② 鞭毛の屈曲 ③ 細胞分裂時の紡錘糸
④ 核膜の構造維持 ⑤ 毛髪 केラチン ⑥ 細胞分裂時のくびれこみ

(問3) 下線部 b)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(カ)に答えよ。

ヒトの心臓では、f)左心室から大動脈に送り出された血液は、からだの各部に到達し、毛細血管を流れた後、大静脈に集められ、右心房に帰って来る。右心房に帰って来た血液は、g)右心室から肺動脈に送り出され肺の毛細血管、肺静脈を経て左心房に戻る。このような循環は心臓の収縮と拡張によって維持されている。

収縮と拡張を繰り返す1周期の左心室の内圧と容積の変化を図に示す。心室の活動は下記の4つのステージに分けられる。

ステージ1. 心室の収縮とともに心室の内圧が上昇するが弁は閉じたままであり、心室内容積は変化しない。

ステージ2. 心室の筋がさらに収縮すると出口の弁が開放し、血液が大動脈に送り出される。

ステージ3. 心室の筋の弛緩が始まり、心室の内圧が低下してくる。

ステージ4. 心室の内圧が低下し心房の内圧よりも低くなると心房にたまっていた血液が心室内へ流れ込む。

(ア) ヒトの循環系は毛細血管をもつ。このような血管系を何と呼ぶか答えよ。

(イ) 図に示した収縮と拡張を繰り返す周期、A→Bとまわり再びAに戻るまでの時間が1秒のとき、1分間に送り出される血液量を求め、単位も含めて答えよ。

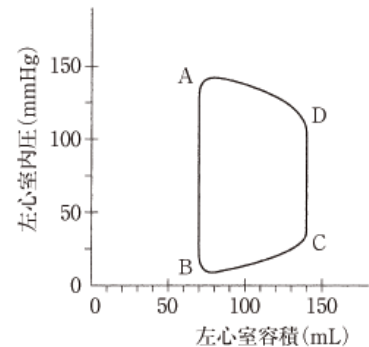
(ウ) ステージ4に相当する区間を①から④のなかから選び、番号で答えよ。

- ① A→B ② B→C ③ C→D ④ D→A

(エ) 大動脈弁が開き、左心室から大動脈に血液が流れていく。図で、大動脈弁が閉じているのはどの区間であるか。(ウ)の選択肢のなかからすべて選び、番号で答えよ。

(オ) 下線部 f)と下線部 g)の各過程で、1分間に流れる血流量の比はいくらか。

(カ) 脳下垂体後葉からのバソプレシン分泌が低下すると図に示したA点はどのように動くことが想定されるか。右の(i)～(ち)で答えよ。動かない場合は0と答えよ。



(問4) 下線部 c)に関して、「心筋が同調して拍動することに寄与している」理由を「[3]結合の構造」の観点から推測し、70字以内で説明せよ。

(問5) 下線部 d)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

肝臓はさまざまな物質の生成、貯蔵および代謝を行う器官として機能している。具体的には、肝臓ではグルコースを[5]に変えて蓄えたり、その逆の反応により血糖値を調節する。通常、健康人の血糖値は、約[6]%に一定に保たれている。また、肝臓は、血管内に水分を保持するうえで重要な役割を担うタンパク質である[7]を合成する。一方、タンパク質の分解により産生した窒素元素を含む有害成分を毒性の少ない[8]へと変えたり、老化して機能しなくなった赤血球のヘモグロビンを分解する。その他、アルコールやアルデヒドに加え、医薬品などの化学物質を代謝している。

(ア) 文中の[5]～[8]に適切な語句または数値を入れよ。

(イ) 小腸から吸収されたグルコースを肝臓に運ぶ血管を何というか答えよ。

(ウ) 肝細胞膜に存在するナトリウムポンプを介した物質輸送の速度は37°Cに比べ低温(4°C)では低下する。この理由を70字以内で説明せよ。

- (エ) 活動が盛んな組織では血液が弱い酸性に変化する。弱い酸性に変化する理由を説明せよ。また、このときヘモグロビンからの酸素の放出はどのように変化するか説明せよ。
- (オ) 医薬品の代謝を担う酵素の遺伝子多型を調べるためにプライマーと DNA の鋳型を用いて PCR 反応を行った。このとき本酵素をコードする mRNA を用いて逆転写酵素により合成した DNA を鋳型としたときには、核 DNA を鋳型としたときに比べて短い DNA 断片が検出された。この理由を説明せよ。
- (問 6) 下線部 e) に関して、次の①～⑤のなかから正しいものをすべて選び、番号で答えよ。
- ① 神経伝達物質であるアセチルコリンの増加は、心拍数の減少をもたらす、気管支収縮、瞳孔の縮小、胃のぜん動運動の抑制、ほうこう収縮を促進する。
 - ② 父の血液型が A 型で母が B 型である場合、子供の血液型の出現比は、 $A : B : AB : O = 3 : 3 : 9 : 1$ になることが期待される。ただし、A, B, O は複対立遺伝子とする。
 - ③ 糖尿病はインスリン作用が不足する病気であり、インスリンの作用が不足すると血糖の上昇とともに骨格筋細胞内のグルコースも上昇することが予想される。
 - ④ ある物質は糸球体でろ過されるが、40% は再吸収される。この物質の血しょう中濃度が 0.8 mg/mL 、尿中濃度が 80 mg/mL 、尿量が 20 mL のとき、原尿量を計算すると 5000 mL になる。
 - ⑤ 赤血球表面にある凝集原と血しょう中の凝集素の組み合わせによって分けた血液型が ABO 式血液型である。理論的には血液型 A 型のヒトには、O 型の赤血球を輸血しても凝集が出現しない可能性が高く、血液型 B 型のヒトには AB 型の血しょうを輸血しても凝集が出現しない可能性が高い。