

# 熊本大学

## 生物

### 問題

#### 2018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3)に答えよ。

親から子へと様々な性質が伝わることが遺伝であり、これを担う物質が DNA である。ヒト細胞内で DNA はヒストンに巻き付き、分裂期にはそれが凝集した棒状の a)染色体として存在する。DNA に記録された情報をもとに、細胞内でタンパク質がつくられる。2003年に、ヒト DNA すべての塩基配列の解読を目指したヒトゲノム計画が終了した。その後の研究により、 b)個人によって1塩基単位で異なる部位が多数存在していることが示された。このような塩基配列の変化の一部は、個人ごとの体質の違いなどに関係することが知られている。また、20世紀後半には、遺伝子を組換えてタンパク質を細胞内でつくらせる c)遺伝子組換え技術も発達した。

(問1) 下線部 a)に関して、染色体の転座が生じたある種類の血液細胞はがん化し、白血病がおこることが知られている。この転座により、9番染色体の Abl タンパク質をコードしている領域(3,450塩基対)と22番染色体の Bcr タンパク質をコードしている領域(3,816塩基対)がそれぞれ途中で切れて、コドンを分断しない位置で入れ替わる。これに関する以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) この白血病患者がもつ正常細胞内で発現するタンパク質として最も適切なものを以下の①～④から選び、番号で答えよ。

- ① 10,347アミノ酸からなる Abl と11,445アミノ酸からなる Bcr
- ② 3,449アミノ酸からなる Abl と3,815アミノ酸からなる Bcr
- ③ 1,149アミノ酸からなる Abl と1,271アミノ酸からなる Bcr
- ④ 574アミノ酸からなる Abl と635アミノ酸からなる Bcr

(イ) この患者の白血病細胞内で発現する異常なタンパク質として最も適切なものを以下の①～④から選び、番号で答えよ。

- ① Abl と Bcr の21,798アミノ酸からなる融合タンパク質
- ② Abl と Bcr の7,266アミノ酸からなる融合タンパク質
- ③ Abl と Bcr の2,422アミノ酸からなる融合タンパク質
- ④ Abl と Bcr の1,931アミノ酸からなる融合タンパク質

(ウ) 白血病細胞内では、タンパク質のリン酸化に関わる酵素の活性が上昇していることが知られている。その酵素によってタンパク質に付加されるリン酸基は、以下の①～⑤のどの分子に由来するか、番号で答えよ。

- ① NADH ② 脂肪酸 ③ グルコース ④ 酸性側鎖を含むポリペプチド ⑤ ATP

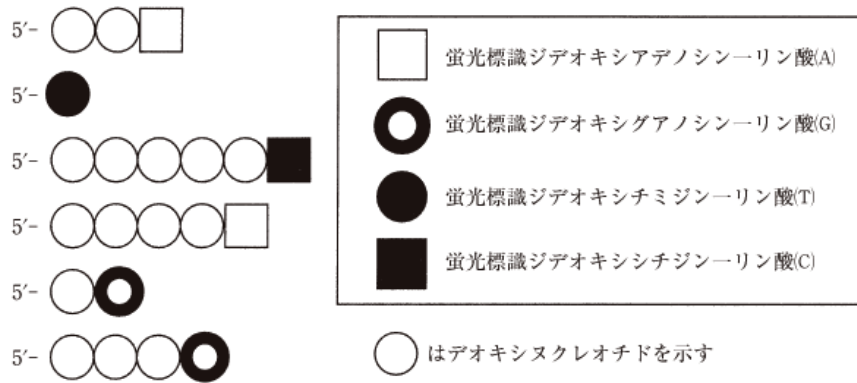
(問2) 下線部 b)に関して、以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

(ア) 下線部 b)について、このように同じ種の個体間で見られる1塩基の配列の違いを何と呼ぶか。

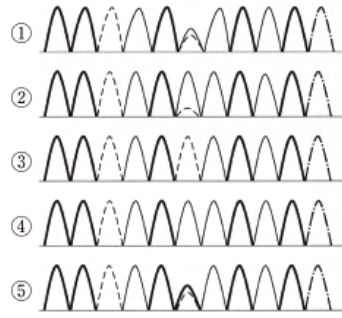
(イ) ヒトの2番染色体に存在する EDAR 遺伝子は、毛髪の太さに影響を与える遺伝子として知られている。この遺伝子内にある1か所の塩基配列がチミン(T)からシトシン(C)に変異すると、毛髪が太くなるという結果が報告されている。ヒト DNA を使用してこの部分の塩基配列を調べた。塩基配列の解析では、配列を調べたい1本鎖 DNA を鋳型に DNA を合成する。この際に混ぜる試薬類は、解析する DNA、4種類のデオキシリボヌクレオシド三リン酸、蛍光色素で標識された4種類のジデオキシリボヌクレオシド三リン酸、

緩衝液のほかになにが必要か、2つ答えよ。

(ウ) DNA 合成により、右のような DNA 断片が合成された。この合成された領域について、鋳型となった DNA 断片の塩基配列を5'側からA, G, T, Cを用いて答えよ。



(エ) この解析において、最終的には DNA シークエンサーで蛍光の強さが波形となって観察される。変異のある領域を調べたところ、検体によって T/T ホモ接合体、T/C ヘテロ接合体、C/C ホモ接合体の 3 通りの異なる塩基配列が検出された。これらの配列はどのような波形を示すか、右の①～⑤から選び、番号で答えよ。



(オ) この塩基配列の遺伝子型と表現型の関係は、右下の表ようになる。ある両親に 2 人の子供がおり、それぞれの毛髪の太さが、太型、中間型であり、父方の祖父母の毛髪が両方とも太型である場合、父と母の遺伝子型を答えよ。



遺伝子型	毛髪の太さ
T/T	細型
T/C	中間型
C/C	太型

(問 3) 下線部 c) の遺伝子組換え技術により酵母菌を用いて B 型肝炎ワクチンをつくらせたら、どのような手順を踏めばよいか。以下のそれぞれの操作を正しい番号順に並べよ。

- ① 酵母菌を破碎してタンパク質を取り出す。
- ② ウイルス表面に存在するタンパク質の遺伝子を、リガーゼを用いてプラスミドに組み込む。
- ③ タンパク質を精製する。
- ④ ウイルス感染細胞を破碎して、B 型肝炎ウイルス DNA を取り出す。
- ⑤ 酵母菌にプラスミドを導入する。
- ⑥ ウイルス表面に存在するタンパク質の遺伝子を PCR 法により増幅する。
- ⑦ 酵母菌を振とう培養して増やす。

2 下記の(問1), (問2)に答えよ。

(問1) 以下の設問(ア)~(ケ)に答えよ。

ヒトの血液は血球と□1□から成る。a)赤血球は日々新しくつくられている。□1□に含まれる□2□は白血球とともに生体防御にはたらくが、時に花粉症などのb)アレルギー反応も引き起こす。止血は血液の損失を防ぐために重要なしくみである。損傷を受けた血管に□3□が接着して、一時的なかたまりを形成し、この表面でc)凝固因子の反応がおこり、最終的に繊維状の□4□が形成され、止血が終了する。

(ア) 上の文章の□1□~□4□に適切な語句を入れよ。

(イ) 下線部 a) に関して、体重 65 kg の男性において、1 日につくられる赤血球数を答えよ。ただし、血液の比重を 1、血液中の赤血球数を  $5 \times 10^6$  個/mm<sup>3</sup>、赤血球寿命を 125 日とする。

(ウ) 1 分間に大動脈を流れる血液量を計算し、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、血液 1 L 中には 150 g のヘモグロビンが存在し、1 g のヘモグロビンは 1.36 mL の酸素と結合することができる。また、左心室の酸素ヘモグロビンの割合は 95.4%、右心室は 70.4% であり、1 分間に肺に取り込まれた酸素量は 240 mL とする。

(エ) 下線部 b) に関して、ある種類の□2□が花粉症を引き起こす時に示す、他の種類の□2□にはみられない性質を 10 字前後で答えよ。

(オ) 下線部 c) に関して、必要な金属イオンを答えよ。

(カ) 光学顕微鏡で観察した正常のヒトの赤血球の特徴をわかりやすく絵で示し、説明を書き加えよ。(解答欄 15×4 cm) 次に、5%食塩水をかけて光学顕微鏡で観察した。赤血球はどのように変化して見えるか、10字前後で答えよ。

(キ) 赤血球が(カ)で示したような形をしている利点を 2 つ答えよ。

(ク) ある人の呼気(吐いた空気)の二酸化炭素濃度を測定すると 6% (正常値 4%) であった。全身の細胞ではどのようなことが起こっているか、10字前後で答えよ。

(ケ) 図1のように、右腕の静脈に A と B をとり、AB の中間点を M とする。左手の指で A を圧迫し、圧迫したまま A から M に指を動かした場面 1 と、M を圧迫し、圧迫したまま M から A に指を動かした場面 2 に分けて、MB 間にある静脈弁の形状を右の図中に書き入れよ。

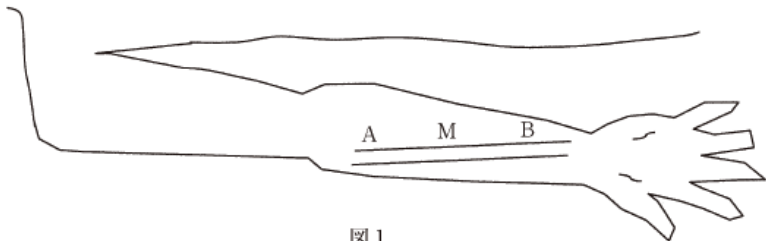
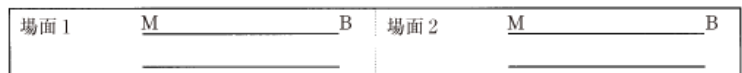


図 1



(問2) 以下の文章を読み、設問(ア), (イ)に答えよ。

正常なマウス No.1 と No.2 から、一晩絶食後に血液を採取した。絶食後、マウス No.1 にはグルコース 50mg 入り生理的食塩水 0.5 mL を血管内に直接投与し、マウス No.2 には流動食(糖質 50 mg を含む) 0.5 mL を胃内に直接投与した。投与 1 時間後、2 時間後に血液を採取し、血糖値、すい臓由来のホルモン値、すい臓由来の酵素値を測定した(図 2)。

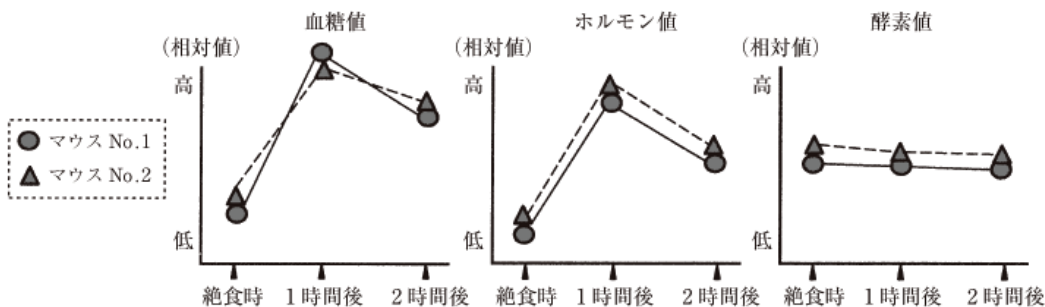


図 2

血糖値を上げるホルモンとしては、すい臓の  などが知られている。図2のホルモン値は、 の推移を見たものである。すい臓由来のデンプン分解酵素には  があるが、血中で高値にならないのは、酵素産生細胞が  腺細胞であり、分泌された酵素はすい管を経て、 に排出されるからである。図3にすい臓の顕微鏡像の模式図を示すが、X細胞は、分泌タンパク質合成が盛んな細胞の特徴として、細胞質には  が発達している。Y細胞とZ細胞は、 腺細胞であり、小型の分泌顆粒を有し、その中には数十のアミノ酸からなる  ホルモンが含まれている。

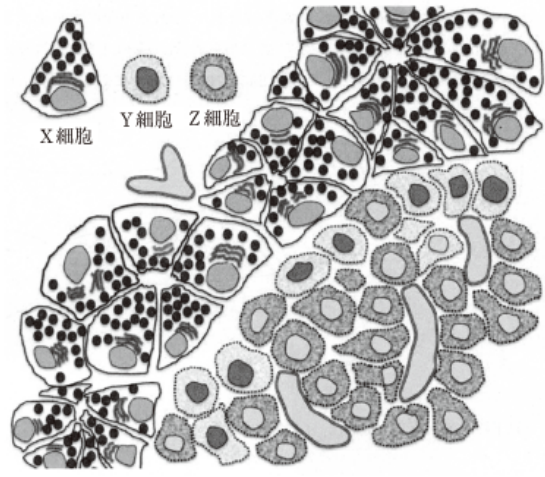


図3

(ア)  ~  に適切な語句を入れよ。

(イ) マウス No.1 と No.2 の投与後のすい臓の X, Y, Z細胞内での、細胞当たりの分泌顆粒数の推移を観察すると、図4のようになった。X, Y, Z細胞がどのような物質の産生細胞か、 ~  で用いた語句で答えよ。

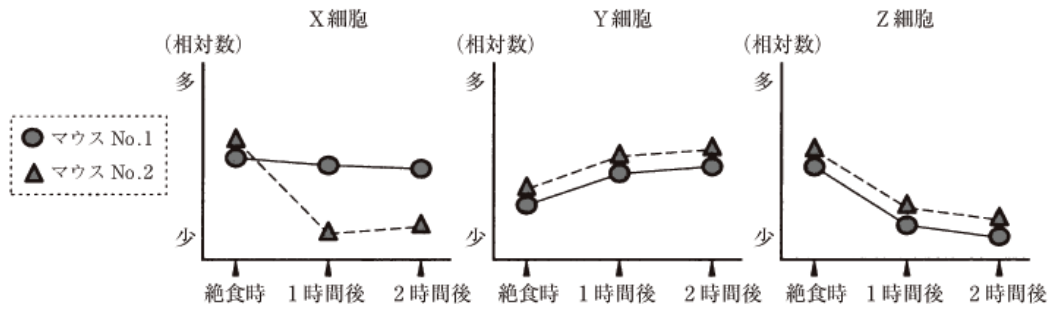


図4

3 次の文章を読み、次の(問1)～(問6)に答えよ。

被子植物の葉には、2個の□1細胞に囲まれた隙間である気孔が存在している。気孔は、光合成に必要な二酸化炭素を取り込み、副産物である酸素を放出し、根から吸い上げた水を葉に届ける□2を行うための必須の構造である。被子植物には、土壤中の水分量や<sub>a</sub>)光環境、二酸化炭素濃度によって、<sub>b</sub>)気孔を開閉するしくみが備わっている。土壤に十分な水分がある場合は、□1細胞に水が取り込まれる。水分が不足すると、植物ホルモンである□3が合成され、葉内での□3の濃度が高まる。□1細胞において、□3のシグナルが受容・伝達されると、最終的に□1細胞から□4イオンが流出することにより、細胞内の□5圧が低下→細胞外への水の流出→細胞体積の減少と続き、気孔は閉鎖する。

地球上の陸地の大部分には植物が生育している。ある場所の地表をおおう植物の集まりを植生という。地球上の環境は場所によって異なり、それに対応してさまざまな植生を基盤とした<sub>c</sub>)バイオームがみられる。生物群集において、植物のような独立栄養生物がつくった有機物を、直接または間接的に取り込んで生活する従属栄養生物を<sub>d</sub>)消費者という。

(問1) 文中の□1～□5に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部a)に関して、気孔は光を受けると開口するが、開口を促進する光の色と、その光を受容する色素タンパク質名を答えよ。

(問3) 下線部b)に関して、□1細胞は吸水し、膨圧が上昇すると湾曲し、気孔が開口する。これは、この細胞のどのような構造によって生じるか、構造の特徴について2つ挙げよ。

(問4) 一般的に、□3を合成できない突然変異体では、種子発芽に関して、どのような不都合が生じると考えられるか、100字以内で説明せよ。

(問5) 下線部c)に関して、右の図1は地球の陸上環境の観測地における年平均気温と年降水量を表したものである。(A)はすべての観測地点を、(B)～(D)は特徴的なバイオームの観測地点のみを示したものである。これらに関する以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

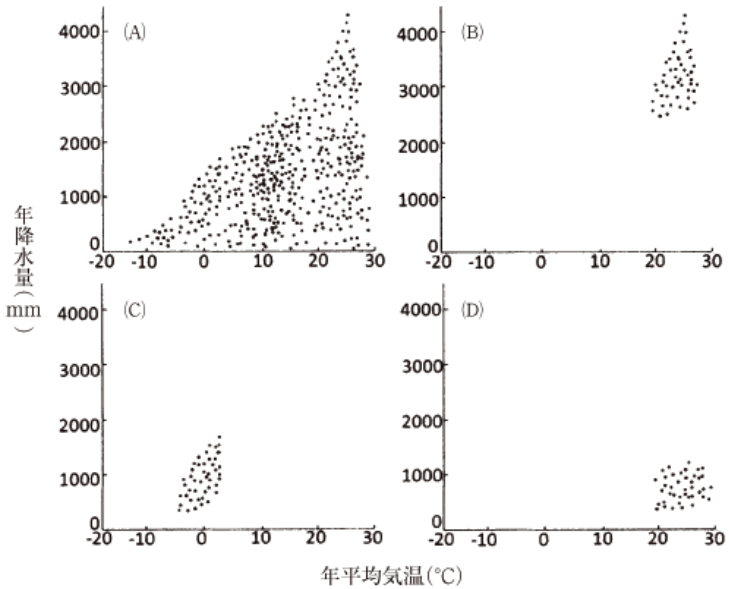


図1

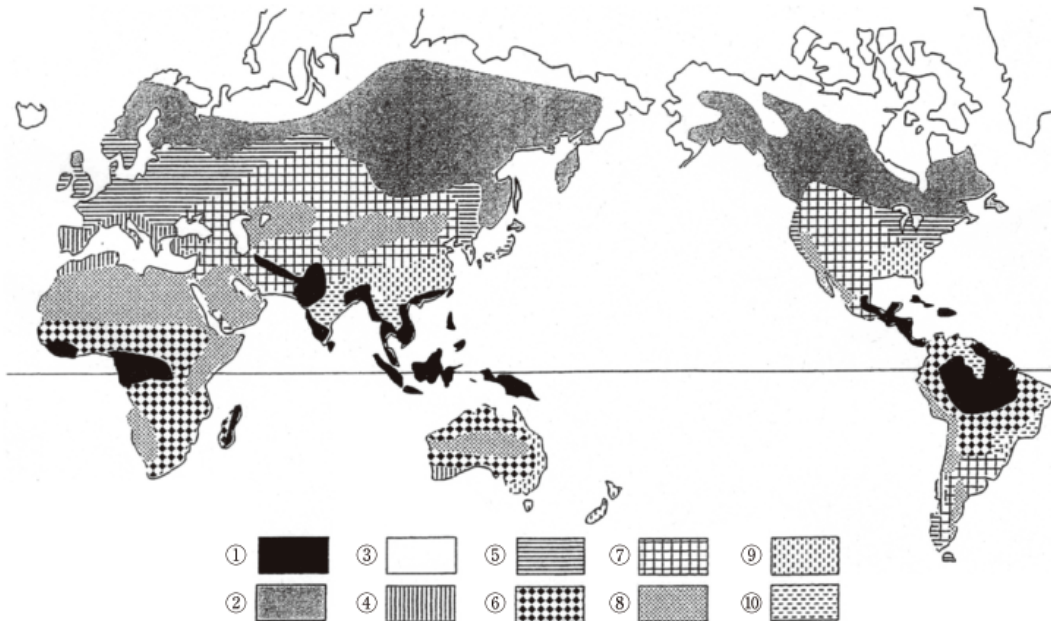


図2

(ア) (B)～(D)のバイオーム名を答えよ。また、それぞれのバイオームが地球上のどこに分布しているのか、上の図2の①～⑩から選び番号で答えよ。

(イ) (B)~(D)のバイオームに関して、最も適切な記述をI群とII群から1つずつ選択し番号で答えよ。

- I群：① 草本が優占し、木本が散在する。  
 ② コケ植物・高さの低い木本などが優占する。  
 ③ 落葉広葉樹が優占する。  
 ④ 常緑広葉樹が優占する。  
 ⑤ トウヒ・カラマツ等が優占する。  
 ⑥ 多肉植物やイネ科草本がまばらに生えている。
- II群：⑦ 冬が長く寒さが厳しい。  
 ⑧ 冬が温暖で降水量が多く、夏が暑くて乾燥する。  
 ⑨ 年間を通じて雨が多い。  
 ⑩ 年間を通じて雨が少ない。  
 ⑪ 雨季と乾季がある。  
 ⑫ 一定の期間土壌中に凍土層ができる。

(ウ) (B)~(D)のバイオームに優占する植物の右の4つの形質について、一般的に当てはまる特徴を番号で答えよ。

	子房	花粉管	重複受精	維管束
(B)	① あり	① あり	① あり	① 仮道管のみ
	② なし	② なし	② なし	② 道管と仮道管
(C)	① あり	① あり	① あり	① 仮道管のみ
	② なし	② なし	② なし	② 道管と仮道管
(D)	① あり	① あり	① あり	① 仮道管のみ
	② なし	② なし	② なし	② 道管と仮道管

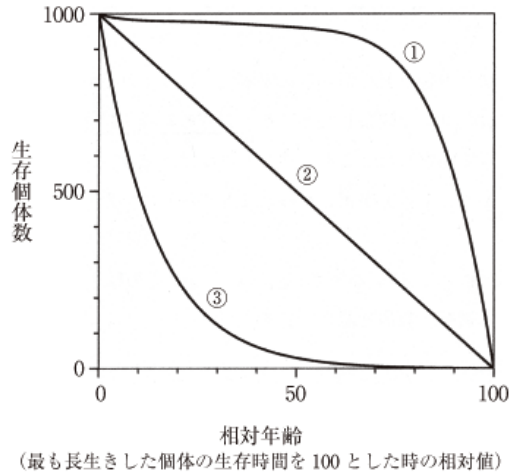
(問6)下線部d)に関する以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

(ア) ある地域の三次消費者の死亡量(死滅量)を示す下の等式の右辺を、以下の【 】内の語句・記号から適切なものを過不足なく選んで使用し完成させよ(記号は複数回使用可)。なお、この三次消費者を捕食する生物は存在しない。

【同化量, 不消化排出量, 呼吸量, 被食量, 成長量, +, -】

死亡量(死滅量) =

(イ) この地域の二次消費者である種Aの個体あたりの死亡率は、生涯を通じてほぼ一定であった。種Aの生存曲線として最も適切なものを、右の図3中の①~③から1つ選び、番号を答えよ。



(最も長生きした個体の生存時間を100とした時の相対値)

図3