

令和2年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

生 物

人間社会学域
学校教育学類
理工学域
地球社会基盤学類
生命理工学類
医薬保健学域
保健学類

解答する問題を決めたあと、その問題番号の答案用紙の「解答の有無欄」に丸印(○)をつけ、解答欄に解答しなさい。

解答すべき問題数より多くの問題を解答した場合は、すべての問題について採点の対象外とします。

「解答の有無欄」に丸印(○)がない答案用紙は、採点の対象外とします。

学 類	解答すべき問題
人間社会学域 学校教育学類	I～Vの5問のうち <u>3問</u> を選択し、 解答しなさい。
理工学域 地球社会基盤学類 生命理工学類	I～Vの5問のうち <u>4問</u> を選択し、 解答しなさい。
医薬保健学域 保健学類	I～Vの5問のうち <u>3問</u> を選択し、 解答しなさい。

(注 意)

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は本文 15 ページです。答案用紙は 5 枚あります。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

令和2年度金沢大学入学者選抜試験

問 題 訂 正 に つ い て

教科・科目名 生 物

問題紙 10 ページ

大問Ⅲ 問6 (2) 1行目

(誤) 得られた F_2 の12.25%は,

(正) 得られた F_2 の2.25%は,

I 次の動物細胞に関する文を読んで、問1～3に答えなさい。

遺伝子の本体であるDNAは、(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)という4種類の塩基と、(オ)という糖と、リン酸から構成される(カ)が鎖状につながった高分子化合物である。タンパク質は、DNAの塩基配列にもとづいて合成される。まず、(キ)内でDNAの塩基配列情報がmRNAに写し取られる。mRNAは(キ)から(ク)を通して細胞質基質に移行し、mRNAの塩基配列にもとづいて、(ケ)でアミノ酸がペプチド結合したタンパク質が合成される。タンパク質は、細胞の主要な構成成分の1つであり、細胞の形態を保持したり、酵素のように細胞の生命活動を支えたりしている。

真核細胞の細胞質基質には、(キ)に代表されるさまざまな細胞小器官が存在する。その1つミトコンドリアは、多くの生命現象にかかわるエネルギーを作り出す。細胞の活動に必要なエネルギーは、アデノシン三リン酸(ATP)として供給されている。ミトコンドリアは、有機物を分解してエネルギーを取り出し、そのエネルギー^①を利用してATPを合成する。真核細胞の細胞質基質には、タンパク質からなる繊維状の構造物「細胞骨格」がはりめぐらされている。細胞骨格は中間径フィラメント、(コ)、(サ)の3つに分類される。中間径フィラメントは、繊維状のタンパク質がたばねられた強固な構造をつくる。(コ)は、球状のタンパク質が鎖状につながってできた繊維であり、3つの細胞骨格の中で最も細い。(サ)は、2種類の球状のタンパク質が重合し鎖状につながってできた管状の構造物である。これらの細胞骨格は、細胞の形や構造を支えているだけでなく、さまざまな細胞の機能にかかわっている。(コ)は、細胞の外形が変化するアメーバ運動にも深く関与している。(サ)は、細胞内の細胞小器官の移動や物質輸送のレールとしても機能している。

多細胞生物のからだを構成する細胞は、体細胞分裂を繰り返して新しい細胞をつくりだしている。細胞分裂が終わってから次の細胞分裂が終わるまでの過程を細胞周期^②とよび、細胞周期は細胞分裂を行なう分裂期(M期)とそれ以外の間期にわけられる。間期はさらにG₁期、G₂期、S期にわけられる。細胞骨格の(コ)や(サ)は、細胞周期のM期にそれぞれ重要な役割を果たしており、(コ)や(サ)を構成しているタンパク質の重合を阻害すると、正常な細胞分裂は起こらなくなる。

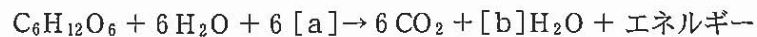
問 1 (ア) ~ (サ) にあてはまる適当な語(ただし記号は除く)をいれなさい。

問 2 下線部①に関し、(1)~(4)に答えなさい。

(1) ミトコンドリアに関する記述として正しいものを、次の(a)~(d)の中からすべて選びなさい。

- (a) ミトコンドリアの起源については、細胞内共生説が有力である。
- (b) ミトコンドリアは独自の DNA をもっている。
- (c) ミトコンドリアは原生生物には存在しない。
- (d) 電子伝達系にかかわる酵素は、外膜に組み込まれている。

(2) 細胞呼吸によってグルコース($C_6H_{12}O_6$)が完全に分解されるとき、の反応をまとめると下記のようなになる。[a]に適当な物質の化学式を、[b]に適当な数字をいれて完成させなさい。

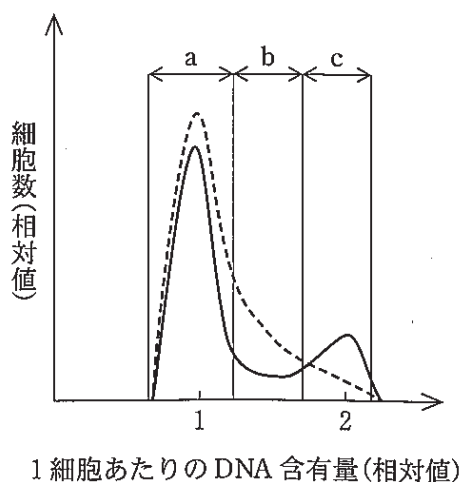


(3) 1 mol のグルコースが完全に酸化・分解されたとき、2880 kJ のエネルギーを発生する。1 mol の ATP の合成に必要な化学エネルギーが 50.4 kJ とすると、1 分子のグルコースから最大何分子の ATP が生じるか、計算式とともに答えなさい。解答は、小数点第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

(4) 実際の細胞呼吸では、1 分子のグルコースから 38 分子の ATP が生じる。細胞呼吸によりグルコースから ATP が生成される効率を、計算式とともに百分率で答えなさい。解答は、小数点第一位を四捨五入して整数で答えなさい。

問 3 下線部②に関して，ある哺乳動物の体細胞の細胞周期を調べる実験を行なった。この細胞の細胞周期は，約 16 時間である。この実験では，まず，細胞の増殖を停止させ，細胞の DNA を蛍光色素で標識した。次に，1 細胞ごとの蛍光強度を測定することができるフローサイトメーターという分析装置を使用して，1 細胞あたりの DNA 含有量を解析した。その結果，図に示したような結果をえた。(1)～(3)に答えなさい。

— 薬剤 A と薬剤 B で処理していない細胞
 --- 薬剤 B で 20 時間処理した細胞



図

- (1) DNA 含有量にもとづいて細胞集団を a～c の 3 つの細胞群に分けた。図の実線で示した細胞分布の中で，細胞周期が G_1 期， G_2 期，S 期，M 期の細胞は，a～c のどの細胞群に含まれるか，それぞれ答えなさい。
- (2) (サ) を構成しているタンパク質の重合を阻害する薬剤 A を加えて 20 時間培養した後，細胞の DNA 含有量を測定した。その結果，a 群と c 群の細胞数に変化が認められた。a 群と c 群の細胞数は，どのように変化したか，それぞれ答えなさい。

- (3) 細胞周期の進行を阻害する薬剤 B を加えて 20 時間培養した後、細胞の DNA 含有量を測定した。その結果、細胞分布は図にある実線から点線へと変化した。a～c 群それぞれの細胞数の変化にもとづき、薬剤 B は細胞周期 (G_1 期, G_2 期, S 期, M 期)のどの時期に作用して細胞周期を停止させたと考えられるか、理由とともに答えなさい。

Ⅱ 次の文を読んで、問1～6に答えなさい。

人間の免疫は、細菌などの病原体が体内に侵入することを防御するとともに、体内に侵入した病原体を非自己として認識し、排除する役割をになっている。

皮膚の表面は、ケラチンに富んだ死細胞の角質層でおおわれており、病原体の侵入を物理的に防御している。また、唾液、粘液、汗などは、(ア)を含んでおり、この酵素により細菌の細胞壁が分解されることで、細菌の侵入を化学的に防御している。^①

病原体が感染した場合、マクロファージ、樹状細胞、(イ)などが病原体を食する^(注)。B細胞は、(ウ)を表面に発現している。(ウ)は、(エ)本のH鎖と、(エ)本のL鎖を含むポリペプチド鎖からなる。ポリペプチド鎖のアミノ末端は可変部と呼ばれ、それぞれアミノ酸配列が大きく異なる。それ以外の部分は定常部と呼ばれ、アミノ酸配列がほとんど一致している。未成熟のB細胞では、可変部と定常部のアミノ酸配列を支配する遺伝子が、V、D、J、Cと呼ばれる領域に分かれて存在している。B細胞の成熟過程において、可変部の遺伝子領域間でランダムに遺伝子の(オ)が起こり、多様な(ウ)が合成される。^③B細胞は、樹状細胞と接触して抗原情報を得た(カ)T細胞からサイトカインを受け取り増殖し、(キ)となる。

T細胞は、抗原提示細胞の主要組織適合性複合体(MHC)に提示された病原体のタンパク質断片を、T細胞受容体を介して認識する。T細胞受容体は、B細胞受容体と同様に、極めて多様性に富んでいる。^④

臓器移植においては、免疫の正常な働きは移植が成功するための弊害になる。移植を受けた人と移植臓器の間で、MHCが異なる場合、移植を受けた人の免疫細胞が移植臓器を非自己と認識し、拒絶反応がおきる。^⑤そのため、ほとんどの臓器移植において、拒絶反応を抑えるために免疫抑制剤が用いられる。

(注) 貪食とは、食細胞が病原体由来の物質などを取り込む食作用のこと。

- 問 1 文中の(ア)～(キ)にあてはまる適当な語または数字をいれなさい。
- 問 2 下線部①について、(ア)以外の化学的防御法を 2 つ簡潔に説明しなさい。
- 問 3 下線部②について、マクロファージが病原体由来の物質を貪食するために必要な受容体の名称を答えなさい。また、貪食した細菌を分解する細胞小器官の名称を答えなさい。
- 問 4 下線部③の現象は、対立遺伝子の片方のみで起きている。H 鎖の変異部遺伝子のうち、V 遺伝子が 50 種類、D 遺伝子が 25 種類、J 遺伝子が 6 種類あり、L 鎖の変異部遺伝子のうち、V 遺伝子が 45 種類、J 遺伝子が 6 種類であった場合、理論上、変異部の組み合わせは何通りになるか、計算式とともに答えなさい。
- 問 5 下線部④について、自己の抗原を認識する受容体をもつ T 細胞もつくられる。しかし、このような T 細胞は、成熟の過程で死滅して排除されるため、免疫反応がおこらない。この状態を何というか答えなさい。
- 問 6 下線部⑤について、一卵性双生児ではない兄弟姉妹間で臓器移植を行った場合、理論上 25 % の確率で拒絶反応がおこらない。その理由を、「MHC 遺伝子型」、「ヘテロ接合体」、「相同染色体」という語を用いて説明しなさい。ただし、両親の MHC 遺伝子型はすべて異なるものとする。

Ⅲ 次の文を読んで、問 1 ～ 6 に答えなさい。

植物の発生、分化、成長やストレス応答は、植物ホルモンと呼ばれる一群の生理活性物質により制御されている。植物ホルモンの 1 つである(ア)は、イネ馬鹿苗(ばかなえ)病という病気にかかった植物体から見つかった。馬鹿苗病にかかったイネは、葉が顕著に伸長して丈が高くなり、倒れやすくなることから、収量の低下をもたらす。1920 年代に馬鹿苗病感染の原因となる糸状菌が明らかにされ、1930 年代にはこの生理活性物質も単離・結晶化され、病原菌の学名に由来して(ア)^①と名付けられた。その後、健全な植物体からも(ア)が見つかり、種子の発芽促進などの多面的な生理活性を有することが明らかとなった。現在では、(ア)が農業にも応用されている。発芽過程における(ア)の役割については、オオムギ等^②で詳しく研究されている。^③

一方、植物ホルモンである(イ)は、気孔の閉鎖に重要な役割をになっている。植物は乾燥状態におかれると、葉で急速に(イ)が合成され、(ウ)細胞の(エ)イオンチャンネルが開き、(エ)イオンを流出させる。その結果、(ウ)細胞の浸透圧の低下にともなう体積の減少により気孔が閉鎖する。他方、(オ)色光を照射すると、水素イオンポンプが作用し、(ウ)細胞から水素イ^④オンが排出され、細胞膜内外の電位差が大きくなる。そして、気孔閉鎖時とは異なる(エ)イオンチャンネルが開き、細胞内に(エ)イオンが流入し、浸透圧が上がる。(ウ)細胞内に水が流入して、その体積と膨圧が上昇した結果、気孔が開く。

問 1 (ア)～(オ)にあてはまる適当な語をいれなさい。

問 2 下線部①について、次の文を読んで、(1)と(2)に答えなさい。

馬鹿苗病菌は、液体培地で培養することが可能であった。馬鹿苗病における葉の伸長の原因となる生理活性物質である(ア)が、病原菌由来であることを示すために、次の実験 1～5 を行なった。

[実験 1] 馬鹿苗菌培養前の液体培地をイネに噴霧し、葉の伸長を観察した。

[実験 2] 菌培養液から菌体を回収して、イネに塗布し、葉の伸長を観察した。

[実験 3] 菌培養液から菌体を除去した上清をイネに噴霧し、葉の伸長を観察した。

[実験 4] 菌培養液から菌体を除去した上清を煮沸した後にイネに噴霧し、葉の伸長を観察した。

[実験 5] 菌培養液から菌体を除去した上清にタンパク質分解酵素を作用させた後にイネに噴霧し、葉の伸長を観察した。

実験の結果、[実験 3]＝[実験 5]>[実験 2]>[実験 4]＝[実験 1]の順で葉がより伸長した。

(1) 実験 1～3 の比較から、(ア)の性質についてわかることをすべて答えなさい。

(2) 実験 3～5 の比較から、(ア)の性質についてわかることをすべて答えなさい。

問 3 下線部②の(ア)について、実際に農業へ応用された植物名とその作用について答えなさい。ただし、葉や茎の伸長や種子の発芽促進を除く。

問 4 下線部③について、発芽過程の種子で(ア)が発現を誘導する酵素の名前を答え、種子発芽におけるその役割について説明しなさい。

問 5 ある植物で気孔を閉じることができない突然変異体を見出した。(イ)の水溶液を野生型の葉に塗布すると気孔が閉鎖したが、この変異体の葉に塗布しても気孔は閉じなかった。この変異体は単一の遺伝子の劣性ホモ変異体であった。この変異体の表現型の原因となる変異について、下記の(a)~(e)のうち、正しいと考えられるものをすべて選び、答えなさい。

- (a) (イ) 生合成経路に欠損がある。
- (b) (イ) 伝達経路に欠損がある。
- (c) (イ) によって開く(エ) イオンチャネルに欠損がある。
- (d) (イ) 受容体に欠損がある。
- (e) (イ) 分解酵素に欠損がある。

問 6 下線部④について、(1)と(2)に答えなさい。

- (1) (オ) 色光の受容体は、ある植物では2つの野生型遺伝子A及びBによりコードされている。遺伝子A及びBの機能欠損した対立遺伝子a及びbは、遺伝子A及びBに対してそれぞれ劣性である。ただし、遺伝子型aaBB、またはaaBbの変異体は、(オ)色光により正常に気孔が開孔し、野生型と同じ表現型を示した。また、遺伝子型AAbb、またはAabbの変異体も(オ)色光による気孔開孔は野生型と同じであった。変異体(aaBB)と変異体(AAbb)を交配して雑種第一代(F_1)を作った。 F_1 が作る配偶子の各遺伝子型(AB, Ab, aB, ab)の出現比を答えなさい。ただし、遺伝子Aと遺伝子Bは独立に遺伝すると仮定する。さらに、 F_1 を自家受粉させて得られた雑種第二代(F_2)において、(オ)色光を照射しても気孔が開かない個体が生じる確率を計算過程とともに、百分率で答えなさい。確率(%)は少数点以下第2位を四捨五入しなさい。

- (2) 実際に F_1 を自家受粉して得られた F_2 の 12.25 % は, (オ) 色光を照射しても気孔が開かない個体であったため, 2 つの遺伝子は連鎖していると考えられた。組換え価を $m(\%)$ とした時の F_1 の配偶子における各遺伝子型 (AB, Ab, aB, ab) の出現比を答えなさい。さらに, 組換え価を百分率で求め, 計算過程とともに答えなさい。

Ⅳ 問1と2に答えなさい。

問1 次の文を読んで、(1)～(4)に答えなさい。

生物は、細胞内の構造から真核生物と原核生物にわけられる。原核生物は(ア)と(イ)の2つのグループにわけられ、真核生物と近縁なグループは(イ)であると考えられている。真核生物は8つの大きなグループにわかれており、その一つがアーケプラスチダとよばれる葉緑体^①を持つグループで、これには紅藻、緑藻、植物が含まれる。植物には種子をつくるグループとつukらないグループが存在する。種子をつくるグループには(ウ)が子房^②に包まれている(エ)植物と包まれていない(オ)植物が含まれる。種子をつくらないグループには維管束^③が未発達な(カ)植物と発達した(キ)植物が含まれる。

- (1) (ア)～(キ)にあてはまる適当な語をいれなさい。
- (2) 下線部①の起源となつたと考えられている原核生物の名称を答えなさい。
また、下線部①の内部に存在する、色素を多く含む扁平な袋状の構造の名称を答えなさい。
- (3) 下線部②の獲得は、新たな経路による種子散布に貢献した。その理由を説明しなさい。
- (4) 下線部③の獲得は、陸上環境での植物体の大型化に貢献した。その理由を2つ説明しなさい。

問2 次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 次の(a)～(d)から、自然選択、遺伝的浮動のそれぞれにあてはまる事例をすべて選びなさい。

- (a) ある植物集団において、山火事により一部の個体のみが生き残った。その結果、集団内の対立遺伝子 X の頻度が減少した。
- (b) ある植物集団でウイルスの感染による病気が発生し、多くの個体が死滅した。この病気が発生した後、集団内のウイルス抵抗性に関わる遺伝子の頻度が増加した。
- (c) 花粉媒介を行う昆虫の個体数が著しく減少した結果、虫媒花をつくる植物の個体数が急激に減少した。
- (d) 突然変異により現在の生育環境において有利でも不利でもない性質が生じた。この性質をもつ個体の頻度が世代を経るとともに増減した。
- (2) 突然変異には、塩基配列が変化する場合と染色体の構造が変化する場合とがある。染色体の構造が変化する突然変異を 2 つあげなさい。
- (3) 遺伝的多様性は、減数分裂により配偶子がつくられる際に、突然変異や組換えが起こらなくても生じる。染色体の構成が $2n = 8$ の生物の場合、配偶子における染色体の組み合わせは何通りあるか答えなさい。
- (4) 下の表は、ある集団について、1 組の対立遺伝子 A と a に着目した遺伝子型ごとの個体数を示す。環境の変化により、遺伝子型 aa の個体は、雄も雌も次の世代に子孫を残すことができなくなったと仮定する。次の(a)~(c)に答えなさい。
- (a) この集団における対立遺伝子 A の遺伝子頻度を求めなさい。
- (b) この集団の次の世代における遺伝子型 AA, Aa, aa の個体数の比を計算式とともに答えなさい。
- (c) この集団の次の世代における対立遺伝子 A の遺伝子頻度を計算式とともに答えなさい。

表

遺伝子型	個体数
AA	30
Aa	20
aa	50

V 次の文を読んで、問1～5に答えなさい。

地球上には(ア)と(イ)によって決まる異なるバイオームが見られる。このうち最も(ア)が少ない地域で、低緯度から中緯度にわたりみられるバイオームは(ウ)であり、高緯度で見られるバイオームは(エ)である。最も生物多様性の高い熱帯林の面積は現在陸地面積の1割に満たないが、生物種の50%以上が生息すると推定されている。熱帯林は消失すると同時に表土が失われる場合も多く、森林の再生は困難になる。現在、人間の活動によって熱帯林は減少しており、^①生物種の絶滅や地球温暖化の原因となっている。

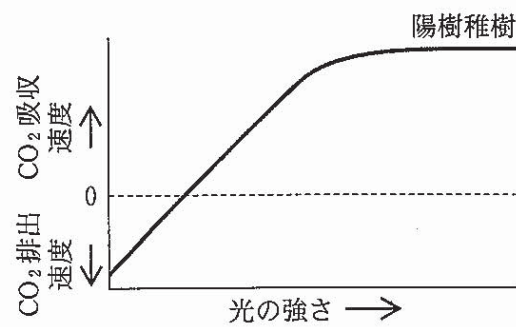
(ア)が豊富で南北に長い日本列島では、異なるタイプの森林が育ち、平地では南から順に(オ)・(カ)・(キ)・(ク)の4つのバイオームが見られる。攪乱により裸地ができると、様々な植物が侵入し、その種組成は経時変化する。このような変化を(ケ)という。この変化は、主に植物の土壌形成作用と植物個体間の光をめぐる(コ)によって進行する。土壌が形成された後は、草本が^②芽生え草原となり、低木林、陽樹林、やがては陰樹林となる。他の種に先がけて成長するものは、(サ)と呼ばれ、微生物と共生する種も知られる。例えば、栄養塩の乏しい土壌環境で、(シ)と共生するヤシャブシなどがあげられる。

現在、日本の森林では様々な変化が起きている。全国で野生鳥獣害が増加し、1980年以降特にシカの食害による稚樹と成木の枯死が、森林の裸地化を進行させており、^③森林の提供する生態系サービスの劣化が心配されている。^④

問 1 文中の(ア)～(シ)に適切な語をいれなさい。

問 2 下線部①について、熱帯林の喪失が地球温暖化の原因となる理由を1つあげて説明しなさい。

問 3 ある陽樹の稚樹で測定した、光の強さと二酸化炭素吸収・排出速度の関係を図に示す。陰樹の稚樹ではどのようなグラフになるか図中に記入しなさい。次に、下線部②について、作成した図にもとづき、陽樹林が先に形成される理由、そして、それが陰樹林へと変化していく理由について、「光補償点」と「光飽和点」という語を用いて説明しなさい。



図

問 4 下線部③について、1980 年以降シカが増加した原因としてあげられている仮説 A～D について考察する。観察されている事象(a)～(f)にもとづき、仮説 A～D が正しい(O)か、正しくない(X)かを判断して答え、その理由を説明しなさい。

仮説

- A 天敵であるオオカミが絶滅したためシカが増加した。
- B 温暖化で積雪量が減ったためシカが増加した。
- C 狩猟人口が減少したためシカが増加した。
- D 放棄農地が増え食物が増えたことでシカが増加した。

観察されている事象

- (a) 積雪地でも無雪地でも、シカの個体数は 1980 年以降増加し続けている。
- (b) オオカミは北海道で 1890 年頃、本州で 1905 年頃絶滅した。
- (c) 狩猟者数は 1970 年頃をピークとして減少し続けている。シカの狩猟捕獲個体数は、1970 年以降増加し続けている。
- (d) 放棄農地は草原や広葉樹林へ変化し、草食動物の良いエサ場となっている。
- (e) 知床半島で長期観測が行われたが、積雪量とシカ個体数の間に相関は認められなかった。
- (f) 日本の放棄農地面積は 1980 年頃までは変化せず、1980 年頃を境にそれ以前の 3 倍以上に増加した。

問 5 下線部④について、森林の提供する生態系サービスの例を 2 つ答えなさい。