

令和4年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

生 物

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この冊子と解答用紙を開いてはいけません。
2. この冊子の問題は9ページからなっています。また、解答用紙は4枚、下書き用紙は2枚あります。監督者から「解答開始」の指示があったら、この冊子、解答用紙、下書き用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不明瞭な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所あります。監督者の指示に従って、4枚全ての解答用紙(合計8箇所)に受験番号を記入しなさい。
4. この冊子の白紙や余白は、適宜下書きや計算などに使用してもよい。
5. 解答はかならず解答用紙の指定された箇所(問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の枠内)に記入しなさい。指定された箇所以外(裏面など)への解答は採点対象外です。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子と下書き用紙は、持ち帰りなさい。

訂正箇所及び訂正内容

5 ページ

Ⅲ 問題文 1 行目

〔誤〕 …体循環では、血流は動脈より…

↓

〔正〕 …体循環では、血液は動脈より…

I 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25%)

DNA と RNA では、リン酸・糖・塩基からなる(ア)が構成単位となっている。糖としては、(イ)が DNA では用いられ、RNA では(ウ)が用いられる。塩基としては、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の 4 種類が DNA では使われ、RNA ではチミンの代わりにウラシル(U)が使われる。

細胞内で DNA の遺伝情報に基づいてタンパク質が合成されるには、DNA の塩基配列の一部が mRNA に写しとられる「転写」と、転写された mRNA の塩基配列がアミノ酸配列に読みかえられる「翻訳」の 2 つの段階を経る必要がある。ワトソンと共に DNA の二重らせん構造モデルを提唱したクリックは、細胞が持つ遺伝情報は「DNA → RNA → タンパク質」の順に一方向に伝達されると提唱した。この考えは(エ)と言われ、遺伝子発現の大原則と考えられている。例外的な現象として、レトロウイルスが宿主細胞内で RNA から DNA を合成する逆転写反応が知られている。

タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸を 4 種類の塩基で指定するためには、連続した 3 つの塩基で 1 つのアミノ酸を指定する仕組みになっている。この連続した 3 つの塩基の配列をコドンと呼び、表 1 の遺伝暗号表にまとめられている。リボソームが mRNA に結合すると、mRNA の塩基配列に従ってコドンが指定するアミノ酸が順にペプチド結合でつながることで、タンパク質が新規合成される。リボソームへのアミノ酸の供給は tRNA が担っている。tRNA には、mRNA のコドンに対応した配列である(オ)があり、さらに 3'-末端にはコドンが指定するアミノ酸が積み荷として結合する。

問 1. (ア)～(オ)にあてはまる適切な語を答えなさい。

問 2. ヒトのゲノム中の遺伝子は約 2 万個と見積もられているが、ヒトのタンパク質は約 10 万種類存在する。遺伝子の数よりはるかに多くの種類のタンパク質が合成される仕組みについて、転写から翻訳に至るまでの過程に限定して説明しなさい。なお、ここでの遺伝子は、タンパク質のアミノ酸配列を指定する開始コドンから終止コドンまでの領域を意味する。

問 3. 下記の(a)～(e)の RNA に関する説明について、正しいものには○を、間違っているものには×を記入しなさい。

- (a) 細胞内で RNA は 5' → 3' の方向に順に合成されていく
- (b) 真核生物の mRNA の 5'-末端の配列は AUG である
- (c) 転写後、真核生物の全ての RNA はスプライシングされる
- (d) タンパク質と違い、RNA は触媒としての働きを持たない
- (e) DNA と違って RNA は、塩基間(G と C, A と U)で相補的な結合を形成しない

問 4. 2020 年から世界的に流行している新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の原因ウイルス SARS-CoV-2 には、多数の突然変異株が報告されている。イギリスで見つかったアルファ変異株には、501 番目アミノ酸であるアスパラギン(Asn 501)がチロシン(Tyr 501)になる変異(Asn 501 Tyr)が生じていた。突然変異前の Asn 501 およびその周辺を指定する塩基配列は下記のとおりである。表 1 の遺伝暗号表を参考にして、Tyr 501 になった変異後の塩基配列を答えなさい。なお、変異は 1 塩基の置換によるものとする。

Asn 501 とその周辺を指定する塩基配列 5'-ACCCACUAAUGGUGUUGGU-3'

表 1 遺伝暗号表

1 文字目	2 文字目				3 文字目
	U	C	A	G	
U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン	U
	UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C
	UUA ロイシン	UCA セリン	UAA 終止	UGA 終止	A
	UUG ロイシン	UCG セリン	UAG 終止	UGG トリプトファン	G
C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン	U
	CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C
	CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A
	CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	G
A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
	AUC イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C
	AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン	A
	AUG メチオニン*	ACG トレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン	G
G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン	U
	GUC バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C
	GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A
	GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G

* 開始コドン

II

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

生殖様式は、大きく有性生殖と無性生殖に分けられる。有性生殖では、生殖のために生殖細胞が作られる。生殖細胞のうち、合体して新個体をつくる卵や精子のような細胞を(ア)という。この(ア)が形成される過程で、染色体数が半減する減数分裂が起こる。一般に(ア)の合体を(イ)といい、(イ)によってできる細胞を(ウ)という。多くの動物では、運動能力のない卵と運動能力のある精子が受精することにより、受精卵が生じ新しい個体となる。卵や精子は、未分化な卵巣や精巣で体細胞分裂を繰り返し増殖する(エ)より生じる。卵巣では、(エ)から(オ)が生じ、体細胞分裂により増殖、そのうちの一部が一次卵母細胞となり、減数分裂を開始する。減数分裂の第一分裂では、大きな二次卵母細胞と小さな第一極体に分かれ、二次卵母細胞は、第二分裂により大きな卵と小さな第二極体に分かれる。

問 1. 文章の空欄(ア)～(オ)に、あてはまる適切な語を答えなさい。

問 2. 下線部(a)に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。

酵母は、有性生殖と無性生殖のいずれの方法でも増殖が可能である。図1は、酵母の生活環を示している。酵母は、飢餓条件になると α (アルファ)型とa型と呼ばれる2種の胞子を2つずつ含む子のうを形成する。その後、栄養が豊富な条件になると胞子が発芽し、 α 細胞とa細胞として増殖する。図中の(ア)～(キ)のうち、有性生殖、無性生殖、減数分裂それぞれに当たるものを全て選び記号で答えなさい。ただし、図中のnや2nは核相を表す。

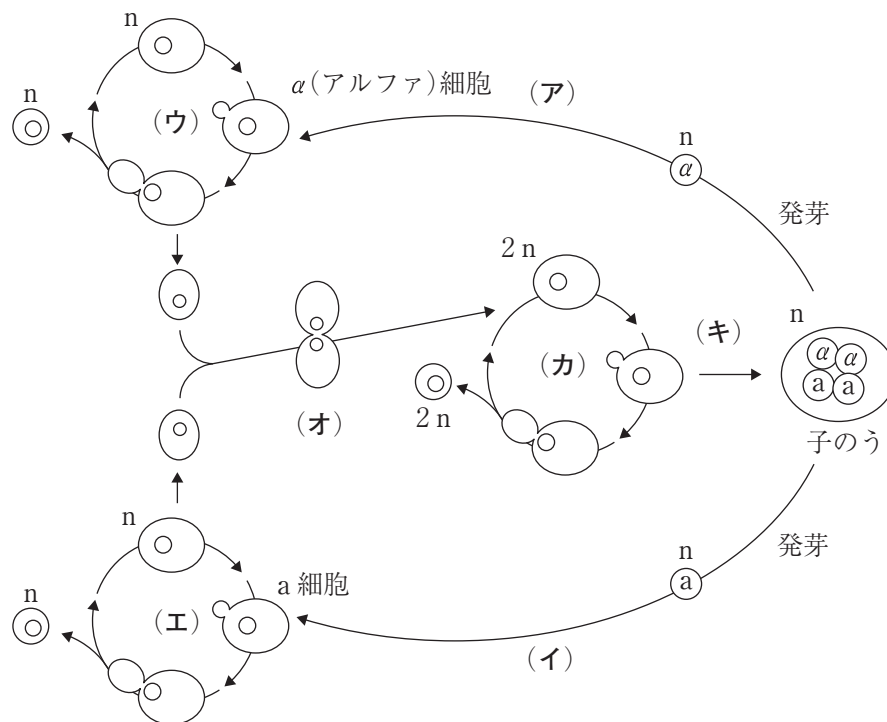


図1 酵母の生活環

問 3. 下線部(b)に関して、ウニの受精膜の形成過程のうち、先端突起が細胞膜と融合した後の過程を、下記の語を全て用いて 100 字以内で説明しなさい。語は何度用いても構わない。

融合, 硬化, 解離, 表層粒, 細胞膜, 受精膜, 卵黄膜, 内容物, 表層反応

問 4. 下線部(c)に関する説明文(1)~(5)の中から正しいものを 1 つ選び数字で答えなさい。

- (1) 乗換えが起きた染色体の塩基配列は、乗換えの前後で必ず変化する
- (2) 減数分裂の第二分裂の中期には、対合した二価染色体が赤道面に並ぶ
- (3) 減数分裂を経てできた全ての細胞は、受精が可能である
- (4) 細胞当たりの DNA 量は、減数分裂前に比べ減数分裂後は必ず減少する
- (5) 多くの脊椎動物では、減数分裂は第一分裂中期で止まっている

問 5. 3つの部位(翅^{はね}, 脚, 複眼)に形態異常を示すショウジョウバエ(P)がいる。それぞれの異常の原因遺伝子は A(翅^{はね}), B(脚), C(複眼)である。この P のホモ接合の雌と野生型の雄を交配した結果、F1(雑種第一代)に形態異常は見られなかった。次に、この F1 の雄と P の雌を交配した結果、F2(雑種第二代)で形態異常がみられた個体数は、表1のようになった。3つの遺伝子間それぞれの組換え価(%)を求めなさい。計算式も書くこと。また、染色体上で、3つの遺伝子のうち中間に位置する遺伝子を答えなさい。ただし、3つの原因遺伝子は連鎖するものとし、表1では形態が正常な場合を「+」、異常な場合を「-」で表している。

表1 F2の各部位の形態異常の有無と形態異常が見られた個体数

翅 ^{はね}	脚	複眼	個体数
+	+	+	483
+	+	-	14
+	-	+	19
-	+	+	0
+	-	-	1
-	-	+	20
-	+	-	35
-	-	-	428

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

ヒトの循環系には血管系と(ア)系がある。このうち血管系の体循環では、血流は動脈により心臓から身体各部に送られ、静脈により回収される。静脈血のうち消化管などに分布する毛細血管から回収されたものは、(イ)という血管に集められて肝臓に送られ、その後心臓へ戻る。全身から心臓に戻った血液は、心臓の4つの部屋のうち(ウ)から出る肺動脈を^(a)通って肺に送られ、肺では酸素と二酸化炭素の交換が行われる。肺静脈を^(b)通って再び心臓に戻った血液は大動脈から全身に送られ、その一部は腎臓^(c)に入る。

心臓の右心房上部には(エ)結節という部位があり、心臓の自律的な収縮リズムをつくるペースメーカーの役割を果たしている。動物の細胞接着構造の一種として、電荷を持ったイオンなどの小分子を細胞間で交換することができる(オ)結合がある。この結合は心筋細胞間の接着部位にも存在し、心筋細胞の電氣的興奮(収縮の刺激)を、心房あるいは心室全体の心筋細胞に急速に伝える役割を持つ。

身体^(e)の末梢部位で必要な血流量が何らかの原因によって不足すると、心臓からの血液拍出量を増やして末梢循環血流量を正常に戻すため、交感神経活動の亢進などの応答が起こる。

問 1. (ア)～(オ)にあてはまる適切な語を答えなさい。

問 2. 下線部(a)のはたらきとして誤っているものを次の(A)～(D)から1つ選び記号で答えなさい。

- (A) グリコーゲンの合成と分解
- (B) アミラーゼの分泌
- (C) アルコールの分解
- (D) アルブミンの合成

問 3. 下線部(b)に関して、血中の酸素や二酸化炭素に関する記述として正しいものを次の(A)～(D)から1つ選び記号で答えなさい。

- (A) 二酸化炭素の多くは炭酸水素イオン(HCO_3^-)の形で肺へ運ばれる
- (B) 肺胞周囲では酸素ヘモグロビンの量が少ない
- (C) 赤血球は二酸化炭素を含まない
- (D) 酸素が多い血液は暗赤色である

問 4. 下線部(c)のはたらきとして正しいものを次の(A)~(D)から1つ選び記号で答えなさい。

- (A) 糸球体でのろ過によるタンパク質の排出
- (B) 細尿管でのグルコースの分泌
- (C) 集合管での血球の再吸収
- (D) 腎小体での原尿の産生

問 5. 下線部(d)に関して、このような結合で心筋細胞同士が連絡していることは、心臓の血液を押し出す(ポンプ)機能にとって都合が良い。その理由を説明しなさい。

問 6. 下線部(e)に関して、末梢の血流量不足の直接的な原因が心臓自体の障害である場合にも、このような調節応答は行われる。その場合、この応答が不足している末梢血流量を増やすための応答であるにもかかわらず、血流量をさらに減少させてしまう危険性がある。その理由を説明しなさい。ただし、「負荷」「悪化」の2語を必ず用いること。

IV 次の文章 I と II を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

文章 I

生態系を構成する生物のうち、無機物から有機物を合成している生物のことを独立栄養生物とよぶ。独立栄養生物による有機物合成反応では、エネルギー源や生産される有機物の種類は異なっているが、いずれの反応でも電子伝達に伴う(ア)濃度勾配の形成、そして(ア)濃度勾配を利用した(イ)合成という共通の仕組みを持っている。

光合成を行う独立栄養生物は生産者ともよばれ、つくられた有機物の総量を総生産量、総生産量から呼吸量を差し引いたものを純生産量という。また、ある時点における単位面積当たりの生物量を現存量という。さまざまな生態系における生産者の現存量と純生産量は、図1のようになる。図1の生態系どうしを比較すると、陸上での純生産量は、気候因子である年平均気温と年(ウ)の影響を強く受けていることが分かる。

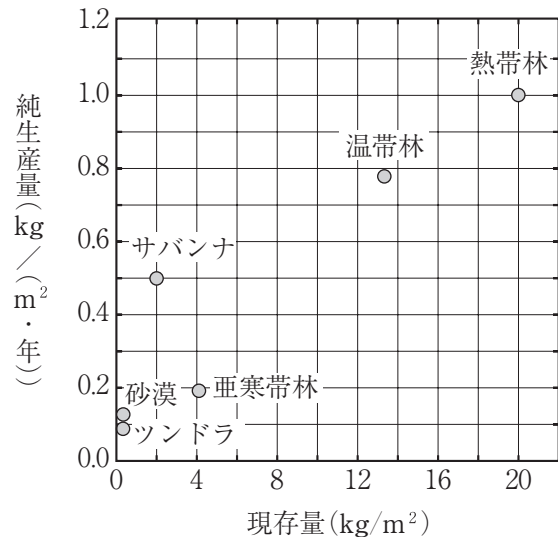


図1 さまざまな生態系の現存量と純生産量

文章 II

森林生態系を構成する植物は、森林内の光環境に応答し適応するためのさまざまな仕組みを備えている。林冠が発達した森林の林床では、林冠の上部と比較すると光の量は少なく、赤色光に比べると遠赤色光の割合が高くなっている。これは、樹木の葉の細胞に含まれる(エ)という色素が赤色光を遠赤色光よりも多く吸収するためである。植物の種子には、発芽するために光を必要とする(オ)といわれる種子がある。(オ)は林床では発芽しにくい^(b)が、台風などで高木が倒れた後に光が差し込むようになることによって形成される(カ)といわれる空間では発芽が促進される。光によって発芽が促進される仕組みには、光受容体の1つであるフィトクロムが関わっており、植物ホルモンである(キ)の合成の促進を介して発芽を促進する。

フィトクロムは、発芽後の胚軸の伸長も制御するが、その仕組みはフィトクロムの種類によって異なる。フィトクロムAとフィトクロムBという2種類の異なるフィトクロムがどのように胚軸の発達を制御しているのかを調べるために、シロイヌナズナの野生株、フィトクロムA欠損変異株、フィトクロムB欠損変異株、フィトクロムAおよびB欠損変異株を用いて、暗黒、赤色光照射、および遠赤色光照射の実験を行なった結果、胚軸の伸長に関して表1のような結果が得られた。胚軸の顕著な伸長が見られた場合を「+」、胚軸があまり伸長しなかった場合を「-」で表している。

表1 種々の光条件におけるシロイヌナズナの胚軸の伸長

株の種類	光条件		
	暗黒	赤色光	遠赤色光
野生株	+	-	-
フィトクロム A 欠損変異株	+	-	+
フィトクロム B 欠損変異株	+	+	-
フィトクロム A および B 欠損変異株	+	+	+

問 1. 空欄(ア)～(キ)にあてはまる適切な語を答えなさい。

問 2. 下線部(a)の生物の例として適当なものを，次の(1)～(5)の選択肢からすべて選び，番号で答えなさい。

- (1) アグロバクテリウム (2) 紅色硫黄細菌 (3) 子とう菌類
 (4) 硝酸菌 (5) 接合菌類

問 3. 図1に示された生態系の中で，熱帯林とサバンナを比較した場合，熱帯林の現存量と純生産量はそれぞれサバンナの何倍になるか。また，このように，現存量と純生産量との間で熱帯林のサバンナに対する比が異なる理由を，「非同化器官」という言葉を使って説明しなさい。

問 4. 下線部(b)に関して，次の文章の空欄(A)～(D)に「大きい」「小さい」「変わらない」の中から適切なものを入れなさい。

(オ)は一般に，発芽に光を必要としない種子と比べると蓄えている栄養分の量は (A)ものが多く，発芽してからの成長量が(B)ために他の植物との競争力が(C)。しかし，(カ)においては，光合成によるエネルギー獲得量が(D)ため，すぐに光合成を始めることにより，素早く成長できる。

問 5. この実験から、光受容体についてどのような結論が導けるか。次の(1)~(5)の中から適切なものを1つ選び、番号で答えなさい。

- (1) 赤色光の主な光受容体は、フィトクロム A である
- (2) 赤色光の主な光受容体は、フィトクロム B である
- (3) フィトクロム A とフィトクロム B はいずれも、赤色光の光受容体とはいえない
- (4) 遠赤色光の主な光受容体は、フィトクロム A およびフィトクロム B である
- (5) フィトクロム A とフィトクロム B はいずれも、遠赤色光の光受容体とはいえない

問 6. 表 1 の実験結果から、シロイヌナズナの胚軸の伸長は、暗所で促進されることが分かる。このような反応は、シロイヌナズナが屋外の自然環境で生育する場合、どのような意義があると考えられるか、2行以内で答えなさい。

(以 上)