

令和 2 年度 入 試  
個別学力試験問題(前期日程)

生 物

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 13 ページ、解答用紙は 5 枚です。指示があってから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 受験生はすべての問題を解答してください。
4. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

1

次の文章を読み、下記の問い(問1～問6)に答えよ。

生物は細胞からなり、からだが一つの細胞からできている生物を単細胞生物、多数の細胞からできている生物を多細胞生物という。また、細胞は<sup>(1)</sup>原核細胞と真核細胞の2種類に大別され、原核細胞でできた生物を原核生物、真核細胞でできた生物を真核生物という。

淡水の池の水を採取し、<sup>(2)</sup>光学顕微鏡を使って観察したところ、ある単細胞生物が見つかった。図1はその生物のスケッチである。図1の生物は無色透明で、細胞の中心に核があり、細胞の表面にはたくさんの繊毛が生えていた。細胞の内部<sup>(3)</sup>には、細胞内液の浸透圧調節を行う収縮胞が二つ見られ、それらは規則正しく収縮と拡張を繰り返していた。

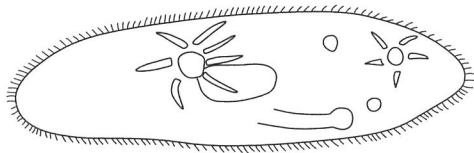


図1

問1 下線部(1)に関して、原核細胞でできているものを、次の(a～e)からすべて選び、記号で答えよ。

- a. アメーバ
- b. イチョウの精子
- c. シアノバクテリア(ラン藻)
- d. 酵母菌
- e. 乳酸菌

問2 下線部(1)に関して、光学顕微鏡で観察したときに見られる真核細胞と原核細胞の違いを、二つ答えよ。

問 3 下線部(2)に関して、自作の顕微鏡でコルク片を観察し、空所を細胞 (cell) と名付けたイギリスの科学者の名前を答えよ。

問 4 図 1 の生物の名称を答えよ。

問 5 下線部(3)に関して、図 1 の生物を 0.3 % の食塩水に入れると、収縮胞の収縮周期 (1 回の収縮と拡張に要する時間) が変化した。どのように変化したと考えられるか、その理由も含めて、80 字以内で説明せよ。

問 6 対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターを使って、図 1 の生物の大きさを計測した。図 2 はある倍率で観察した時の、対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターの目盛りを示している。図 3 は図 2 と同じ倍率で観察した時の、図 1 の生物と接眼マイクロメーターの目盛りの重なりを示している。この生物の大きさは何  $\mu\text{m}$  かを途中の計算式とともに答えよ。なお、対物マイクロメーターの一目盛りは  $10 \mu\text{m}$  である。

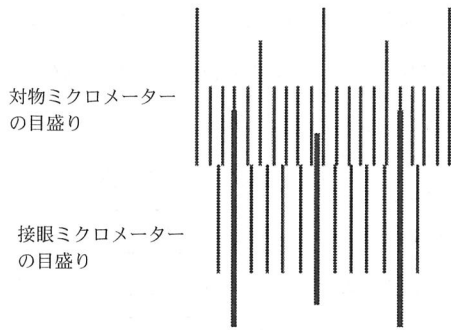


図 2

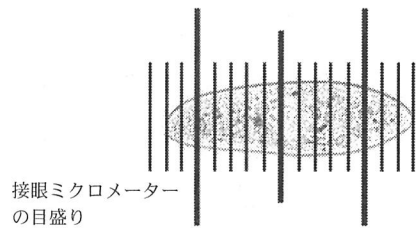


図 3

2 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

真核生物の核内DNAは、ヒストンとよばれるタンパク質などと結合してヌクレオソームを形成し、折りたたまれることで **ア** を形作っている。DNAは、核酸の一種であり、構成単位であるヌクレオチドが繰り返し結合したヌクレオチド鎖である。核内DNAは、2本のヌクレオチド鎖が互いに向かい合い、内側に突き出た塩基同士が水素結合してできた二重らせん構造をしている。

細胞が分裂するときには、DNAは複製され、 **ア** はさらに凝集し、染色体として観察される。複製されたDNAはそれぞれ娘細胞に分配される。大腸菌では、複製が開始される **イ** とよばれる特定の場所は1か所しかないが、真核生物では、いくつもの **イ** から複製が始まる。DNAの複製では、DNAヘリカーゼによってDNAの二重らせん構造の一部がほどかれ、鑄型となるヌクレオチド鎖の塩基と相補的な塩基をもつヌクレオチドが、次々と新生鎖に結合する。<sup>(1)</sup>  
片方の鎖では、DNAがほどけていく方向と同じ方向に連続的に新しい鎖が合成されるが、もう一方の鎖ではほどけていく方向とは逆向きに不連続にヌクレオチド鎖が合成される。<sup>(2)</sup>

DNAに塩基配列という形で保持されている遺伝情報は、転写によってRNAの塩基配列に写し取られる。真核生物では、最初に転写された前駆体mRNAの配列に比べて、成熟したmRNAの配列は短い場合が多い。これは、最初に転写されてできた前駆体mRNAには、 **ウ** とよばれる配列が含まれており、 **エ** という過程によって、前駆体mRNAから **ウ** が除去されるためである。mRNAにおいて、連続した塩基3個ずつからなる、アミノ酸を指定する配列をコドンという。アミノ酸を運ぶ役割を担う **オ** は、結合するアミノ酸の種類に応じた特定の構造をもち、この部分でmRNAの対応するコドンと結合するため、遺伝情報が特定のアミノ酸配列を規定することになる。こうして、mRNAの塩基配列は、翻訳によってアミノ酸の配列に置き換えられ、タンパク質が合成される。<sup>(3)</sup>

問1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 図1は、DNA の2本鎖と、DNA の下側の鎖を鋳型として合成された mRNA を示している。空欄(①~⑥)に最も適当な語句を、次の(a~l)から選び、記号で答えよ。

- |             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| a. デオキシリボース | b. アデニン | c. リン酸  |
| d. シトシン     | e. アラニン | f. ウラシル |
| g. リン       | h. リボース | i. チミン  |
| j. リボソーム    | k. チロシン | l. アクチン |

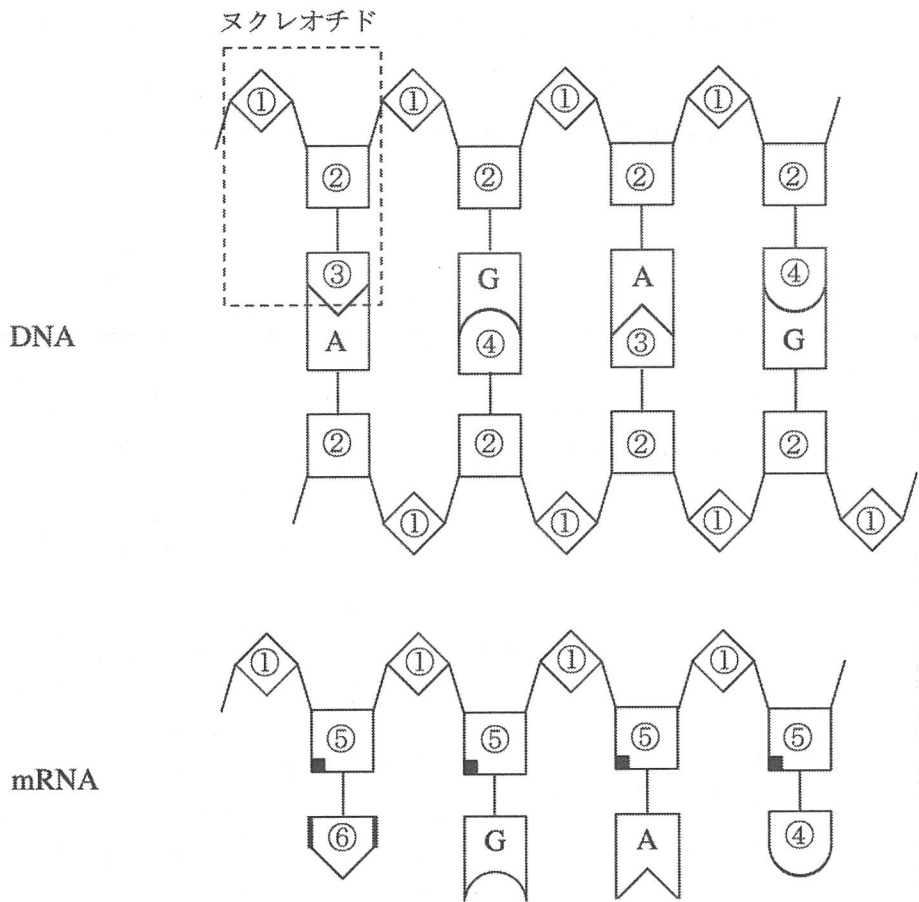


図1

問 3 下線部(1)に関する以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 下線部(1)の反応を行う酵素の一般的な名称を答えよ。
- (2) 下線部(1)の反応に必要なエネルギーは、どのようにして得ているか、30字以内で説明せよ。

問 4 下線部(2)のように、ヌクレオチド鎖の合成される方向が鋳型とする鎖によって異なっている理由を、40字以内で説明せよ。

問 5 下線部(3)により合成されたタンパク質の一部の配列が、メチオニン-セリン-アラニン-システインであった。表1に示す遺伝暗号表をもとに、このアミノ酸配列を指定するコドンの組合せは理論上何通りあるか、整数で答えよ。

表 1

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 番目の塩基	
	U	C	A	G		
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U	
			(終止)	(終止)	A	
	ロイシン			トリプトファン	G	
			C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン
グルタミン	C					
イソロイシン	トレオニン	アスパラギン		セリン		A
		メチオニン		リシン		アルギニン
G		バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
				グルタミン酸		C
	A					
	G					

3

次の文章を読み、下記の問い(問1～問3)に答えよ。

ある植物の遺伝子型と表現型との関係調べるため、以下の交配実験(実験1および実験2)を行った。

【実験1】 花色と花粉の形に着目して、[紫色の花で花粉が長い]ホモ接合体①と[赤色の花で花粉が丸い]ホモ接合体②の交配実験を行ったところ、紫色の遺伝子(B)は赤色の遺伝子(b)に対して、長い花粉の遺伝子(L)は丸い花粉の遺伝子(l)に対して、それぞれ顕性(優性)であった。

【実験2】 巻きひげの有無にも着目して、[紫色の花で花粉が丸く巻きひげがある]ホモ接合体と[赤色の花で花粉が長く巻きひげが無い]ホモ接合体を交配し、雑種第一代を得たところ、巻きひげありの遺伝子は巻きひげ無しの遺伝子に対して顕性であった。この雑種第一代どうしを交配し、雑種第二代を得た。

問1 実験1について、花色と花粉の形に関する遺伝子が完全に連鎖していると仮定した場合、以下の小問(1)～(3)に答えよ。

- (1) ①と②を交配して得られた雑種第一代の表現型を答えよ。
- (2) (1)で得られた雑種第一代どうしを交配して得られる雑種第二代について、出現する表現型と作りうる配偶子の遺伝子型をすべて答えよ。
- (3) 遺伝子が完全に連鎖する理由を、次の語句をすべて用いて40字以内で説明せよ。

[語句] 染色体、遺伝子

問 2 実験 1 について、花色と花粉の形に関する遺伝子が完全には連鎖していないと仮定した場合、①と②を交配して得られた雑種第一代に対して検定交雑を行うことにより連鎖の程度を確かめることができる。この検定交雑の結果、②および雑種第一代と同じ表現型をもつ個体がそれぞれ 1200 株、それらと異なる表現型をもつ個体が 2 種類、それぞれ 120 株出現したとする。このときの組換え価(%)を小数点以下第二位まで求めよ。その際、途中の計算式を示すこと。また割り切れない場合は、小数点以下第三位を四捨五入せよ。

問 3 実験 2 について、花色と花粉の形に関する遺伝子が完全に連鎖し、巻きひげの有無に関する遺伝子はそれらから独立していると仮定した場合、雑種第二代のうち以下の(1)・(2)の表現型をもつ個体が出現する割合を、それぞれ分数で答えよ。

- (1) 巻きひげがある個体
- (2) 紫色の花で花粉が丸く巻きひげが無い個体



4 次の文章を読み、下記の問い(問1～問7)に答えよ。

18世紀後半、「分類学の父」とよばれるスウェーデンの生物学者カール・フォン・リンネは、二つの単語を組み合わせる個々の生物種を名付ける **ア** という表現方法を確立した。さらに、より上位の分類階級を設定して、階層的な分類体系<sup>(1)</sup>の構築を試みた。**ア**に基づいて与えられた生物の名前は学名とよばれ、世界共通の名称である。

地球上で学名がつけられた既知の生物種はおよそ180万種とされ、様々な環境に適応した多種多様な生物が存在する。しかし、近年では生物多様性<sup>(2)</sup>の急速な喪失が問題視されている。生物多様性に対する危機として、人間活動による生息地<sup>(3)</sup>の分断化、個体数の減少、種の絶滅があげられる。ある地域で個体数が特に少なく、近い将来に絶滅のおそれのある種を **イ** という。これらの **イ** をリストアップしたものが **ウ** である。また、生物多様性を脅かす別の危機として、**エ** の存在があげられる。**エ**とは、人間活動によって意図的、あるいは非意図的に元来の生息地から別の場所へもちこまれ、定着した生物のことをさす。環境省は、**エ**のうち、生態系や農林水産業、人の健康に悪影響を及ぼすものを **オ** として指定し、その移動や飼育を法律で厳しく規制している。**エ**は、侵入先の生態系で在来種と競合するだけでなく、在来種と交雑する事例<sup>(4)</sup>も報告されている。例えば、**オ**に指定されているオオカワヂシャ *Veronica anagallis-aquatica* は、河川の岸辺や湿地などに生育し旺盛な繁殖力をもつため、在来種を駆逐することが懸念されている。さらに、在来種のカワヂシャ *Veronica undulata* と交雑し、ホナガカワヂシャとよばれる雑種を生じることが明らかになっている。

問1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 文章中のオオカワヂシャとカワヂシャの学名に関する記述として正しいものを次の(a～d)から一つ選び、記号で答えよ。

- a. オオカワヂシャとカワヂシャは異なる属に分類される。
- b. *undulata* はカワヂシャが属する目の名称である。
- c. オオカワヂシャの種小名は *Veronica* である。
- d. オオカワヂシャとカワヂシャは同じ科に分類される。

問 3 下線部(1)について、分類の階層を上から順に示すと次のようになる。空欄(カ～コ)に入る最も適当な分類階級をそれぞれ漢字一字で答えよ。

界・  ・  ・  ・  ・  ・ 種

問 4 分類の基本単位となる「種」について、同種か別種かを分ける基準を説明せよ。

問 5 下線部(2)について、面積が同じで、かく乱の強さと頻度が同程度である二つの地域において、それぞれの地域に生息する生物の種数が異なっていたとする。種の多様性がより高い地域では、もう一つの地域と比べてどのような違いがあると考えられるか、説明せよ。

問 6 下線部(3)について、生息地の分断化が進むと、一つの生息地にすむ個体数が少なくなり、個体群が絶滅する可能性がより高くなる。このような局所個体群において絶滅の可能性がより高くなる過程を、次の語句をすべて用いて120字以内で説明せよ。

[語句] 遺伝的多様性、環境の変化、ホモ接合

問 7 下線部(4)のような交雑が生じることにより、在来種が受ける影響について30字以内で説明せよ。

5 次の文章を読み、下記の問い(問1～問4)に答えよ。

ヒトの体内環境は、外界の環境が変動しても常に一定の範囲に保たれている。例えば、ヒトの体温は通常36～37℃に維持されている。このような性質を<sup>(1)</sup>ア という。

ヒトの体には複数の器官があり、ア を実現するため、イ 系とウ 系が各器官の働きを制御している。イ 系には交感神経系と副交感神経系の2種類があり、これらは多くの場合、同一の器官において拮抗的な作用を示す。イ 系は各器官に直接作用するため、効果がすばやく現れる。これに対して、ウ 系は血流を介して作用するため、効果が現れるのに時間がかかるが、複数の器官を同時かつ個別に制御することができる。

イ 系とウ 系の中樞は間脳のエ にあり、特にウ 系は、エ →下垂体→甲状腺のような階層構造で働くことがある。このとき、下位の器官で作られた物質が上位の器官に作用することがあるが、これをオ による調節とよぶ。

ウ 系による制御の例として、すい臓のランゲルハンス島から分泌されるグルカゴンとインスリンによる血糖濃度の調節<sup>(2)</sup>があげられる。グルカゴンは肝臓でグリコーゲンの分解を促進し、血糖濃度を上昇させる。インスリンは細胞内<sup>(3)</sup>へのグルコースの取り込みを促進し、血糖濃度を低下させる。糖尿病患者では、インスリンの分泌や受容に問題が生じることにより、高血糖状態が続く。

問1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 下線部(1)について、体温調節に関する記述として正しいものを次の(a～e)から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 体温が下がると、交感神経が活性化し、心臓の拍動が速まり、毛細血管の収縮および汗の分泌が促進される。
- b. 体温が下がると、交感神経が活性化し、心臓の拍動が速まり、立毛筋の収縮および副腎髄質からのアドレナリンの分泌が促進される。
- c. 体温が下がると、副交感神経が活性化し、心臓の拍動が速まり、毛細血管の収縮および汗の分泌が抑制される。
- d. 体温が上がると、交感神経が活性化し、心臓の拍動が速まり、毛細血管と立毛筋の収縮が促進される。
- e. 体温が上がると、副交感神経が活性化し、毛細血管と立毛筋の収縮および副腎髄質からのアドレナリンの分泌が促進される。

問 3 下線部(2)について，次の小問(1)~(3)に答えよ。

- (1) 次の図 1 ~ 3 はそれぞれ，健康な人と糖尿病患者 A および B の血液中の血糖，グルカゴン，インスリンの濃度変化を示している。図中の線(カ~ク)がそれぞれ血糖，グルカゴン，インスリンのどれを表すか答えよ。ただし，食事をとった時間を網掛けで示す。

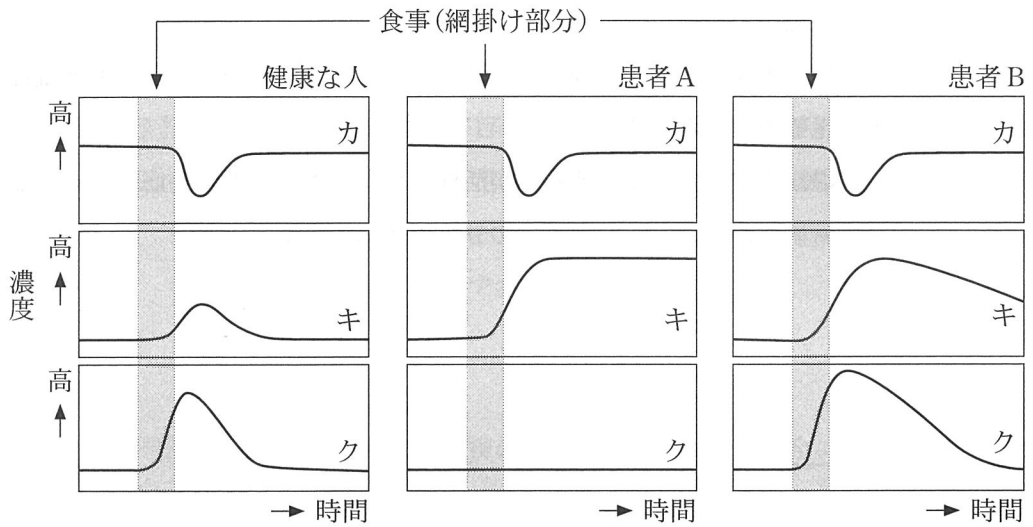


図 1

図 2

図 3

- (2) 患者 A および B にインスリンを投与したとき、それぞれの血糖濃度はどのように変化すると考えられるか。次の図 4 の図中の線(ケ～シ)から最も適当なものを一つずつ選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号を選んではならない。

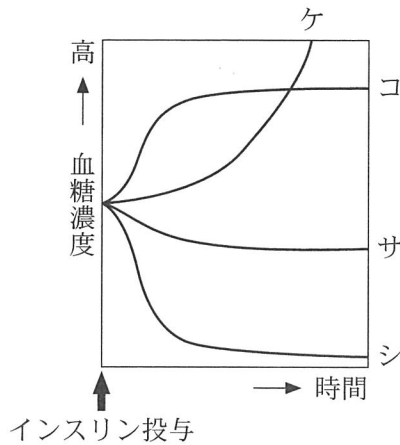


図 4

- (3) 患者 A および B の糖尿病は、それぞれどのようなメカニズムにより引き起こされたと考えられるか。小問(1)・(2)を踏まえ、次の語句をすべて用いて 70 字以内で説明せよ。

[語句] 分泌, 受容体

問 4 下線部(3)について、インスリンはどのように細胞内へのグルコースの取り込みを促進するのか、次の語句をすべて用いて 130 字以内で説明せよ。

[語句] 親水性, 脂質二重層, グルコース輸送体, 選択的透過性, 濃度勾配