

令和 5 年度入学試験問題

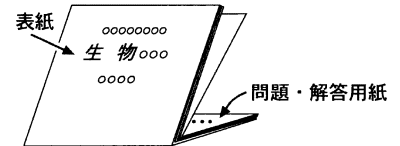
生 物 501

(前 期 日 程)

表紙も問題・解答用紙もすべて
表面のみに印刷している。

(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は 8 枚である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、問題・解答用紙の指定された解答箇所を書くこと。指定された
解答箇所以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したのも採点しない。
- 4 解答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 配付した用紙はすべて回収する。
- 6 表紙の裏面など余白の部分を下書きに使ってもよい。



生 物 501 その1

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

細胞内では物質の合成と分解が常に行われており、それを代謝という。単純な物質から複雑な物質を作ることを(ア)、複雑な物質から単純な物質に変化させることを(イ)と呼ぶ。その際、エネルギーが利用される。エネルギーの受け渡しにはATPが主に利用され、この物質は全ての生物が共通にもつ。主な代謝は、解糖系、クエン酸回路、β酸化を経て行われる。細胞は、これらの経路を介して、三大栄養素である炭水化物、タンパク質、脂質からエネルギーを獲得する。

グルコースは、細胞内の(ウ)にある酵素群により代謝され、ピルビン酸になる。これを解糖系という。ピルビン酸は、(エ)の(オ)に入って代謝され、最初にアセチル CoA になる。次に、(オ)のクエン酸回路に入って代謝される。脂肪は、(カ)とグリセリンに分解された後、細胞に取り込まれ、(カ)は、(エ)の(オ)に移行し、β酸化によりアセチル CoA になる。

糖や脂肪が不足した際には、エネルギー産生のために、タンパク質も利用される。タンパク質が分解されて生じたアミノ酸は、(キ)反応によってピルビン酸などの有機酸となってクエン酸回路などに入る。(エ)の(ク)では、電子伝達系でNADHやFADH₂が酸化されてH⁺の濃度勾配ができることで、ATPが合成される。これを(ケ)という。グルコース1分子当たり、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系で、合計で最大(コ)分子のATPが合成される。

問1 上の文章中の(ア)～(コ)に入る適当な語句または数値を答えよ。

ア		イ		ウ		エ		オ	
カ		キ		ク		ケ		コ	

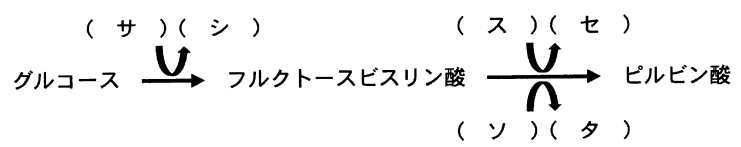
(その2に続く)

小計	点
----	---

生 物 501 その2

(その1から続く)

問2 下線部 a に関連して、グルコース 1 分子から始まる次の反応の (サ) ~ (タ) に入る適当なエネルギー分子または補酵素を、分子の数を示す係数と共に答えよ。



サ		シ		ス	
セ		ソ		タ	

問3 下線部 b に関連して、(キ) の反応によって生じる毒性の高い物質は何か。また、それは哺乳類では、体内のどこに運ばれて毒性の低い何という物質になるか答えよ。

毒性の高い物質		運ばれる場所		毒性の低い物質	
---------	--	--------	--	---------	--

問4 脂肪の一種であるトリパルミチン C₅₁H₉₈O₆ が完全に酸化されたときの呼吸商を、計算の過程と共に小数点第3位まで求めよ。

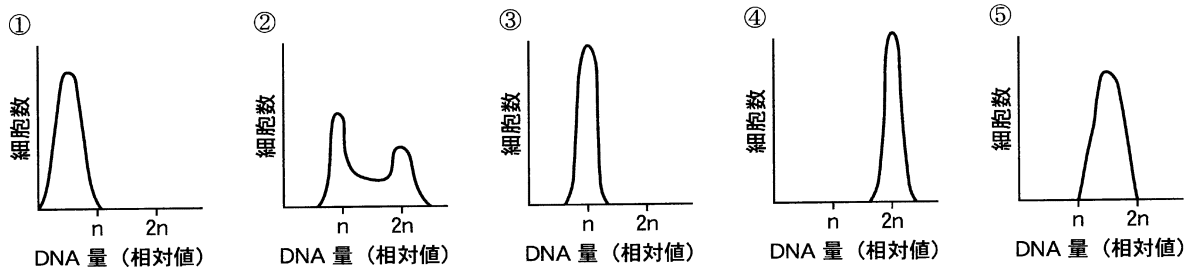
(その3に続く)

小計	点
----	---

生 物 501 その4

(その3から続く)

問4 下線部cに関連して、がん細胞で問3と同様にDNA量の相対値を測定したとき、次の①～⑤のうち、どの結果になると予想されるか答えよ。また、その理由も説明せよ。



選択肢		理由	
-----	--	----	--

問5 下線部dについて、正常型の遺伝子Aの858番目のコドン周辺のDNA塩基配列を示す。858番目のアミノ酸以外は変化していないとき、表1を参考にしながら、変異型の遺伝子としてあり得る塩基配列を推論し、下の「カ」～「ケ」に入る適当な塩基を答えよ。ただし、「カ」～「ケ」の全ての塩基が一種類に定まるとは限らない。

正常型の遺伝子 5'—A T T T T G G G C T G G C C A A A—3'
 変異型の遺伝子 5'—A カ キ T T G G G C ク G G C C A A ケ—3'

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

カ		キ		ク		ケ	
---	--	---	--	---	--	---	--

(その5に続く)

小計	点
----	---

生物 501 その5

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。

有性生殖を行う多細胞動物には生殖細胞と体細胞の区別があり、多くの動物では、生殖細胞と体細胞は発生の初期に分離する。その後、生殖細胞は精子または卵に、体細胞からなる生殖巣も精巣または卵巢に、それぞれ分化する。これを性決定といい、ヒトやマウスなどの哺乳類とハエの性決定は、XY型とよばれる。

また、X染色体には細胞の生存に必要な遺伝子が数多くあることから、性差によるX染色体の本数の違いに関わらず、オスでもメスでも細胞当たりの遺伝子の発現量を同じにするための調節が行われる。この調節の仕組みは、イエネコの毛色を決める色素細胞を通して考察することができる。毛色を決める色素細胞は、発生の初期に神経管から遊離する細胞から生じ、からだの両側の体表の下を背側から腹側に向かって移動する。毛色は、それぞれの色を作る色素細胞が表皮の毛根に移動し、クローンとして増殖して広がった後に現れる。このとき、X染色体上の遺伝子 X^O のホモ接合体の個体の毛色は茶に、 X^O の対立遺伝子 X^B のホモ接合体の個体の毛色は黒になるが、 X^O と X^B のヘテロ接合体の個体では、黒い毛を作る細胞の集団と茶の毛を作る細胞の集団とが、ランダムな島状に体表を覆うサビ猫となる。

問1 下線部aについて、分化した生殖細胞が体細胞と異なる点を二つ挙げよ。

問2 下線部bに関連して、ハエの始原生殖細胞は、胚の後端に形成される。ハエの卵の後端には、遺伝子SのmRNAが局在する。このmRNAから作られるタンパク質Sの働きを調べるため、**実験1**を行った。**実験1**の結果から導かれるピコイドmRNAの局在の仕組みとタンパク質Sの働きについての考察を、それぞれ50字程度で述べよ。

実験1 遺伝子Sのタンパク質をコードする領域を取り出して、図2のように、ピコイド遺伝子のタンパク質をコードする領域と入れ替えた雑種遺伝子を作成し、卵に発現させて発生させたところ、転写された雑種mRNAは胚の前方に局在し、前端にも始原生殖細胞が形成された。

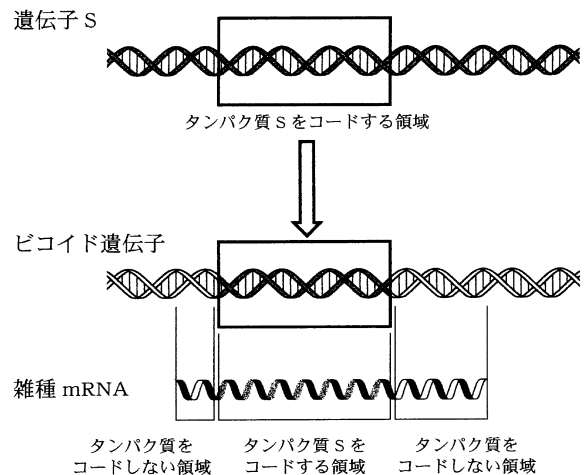


図2

(その6に続く)

小計	点
----	---

生 物 501 その7

第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

ニューロンを取り出して一部に刺激を与えると、図3のような一連の電位変化が記録される。これは、刺激を受けた部分で生じた興奮が軸索を伝わるためであり、細胞内外の電位が瞬間的に逆転し、やがて元に戻る。この一連の電位の変化を活動電位と呼ぶ。ニューロンの膜電位の変化を見ると、刺激が弱いときは反応せず、ある閾値になって初めて興奮する。閾値よりも強い刺激であれば、刺激の強さに関わらず、一定の活動電位が生じる。活動電位として軸索を伝達した興奮は、シナプスで隣接したニューロンに伝達される。シナプスにおける興奮の伝達は神経伝達物質によって行われる。

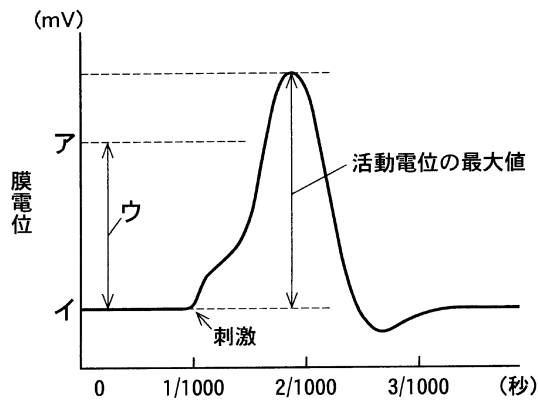


図3

問1 図3中のア～ウに入る適当な数値または語句を答えよ。

ア		イ		ウ	
---	--	---	--	---	--

問2 ラットのニューロンを取り出し、下線部 a を導き出す実験装置を図示せよ。

(その8に続く)

小計	点
----	---

