

令和6年度入学試験問題

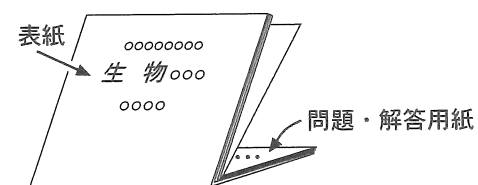
生物 501

(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、解答開始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7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1～5）に答えよ。

ヒトの肝臓はさまざまな物質の生成、貯蔵、分解を行う。特に重要な働きの一つが、血糖濃度（血液中のグルコースの濃度）の調節である。血糖濃度は、自律神経系やホルモンにより調節され、一定に維持されている。血液中のグルコースは小腸で吸収されてから（ア）という血管を経て肝臓に入り、肝臓で（イ）として貯蔵される。食事などで血糖濃度が上昇すると、すい臓のランゲルハンス島の（ウ）細胞が血糖濃度の上昇を感知し、インスリンの分泌が促進される。分泌されたインスリンは上昇したグルコースの細胞内取りこみを促進し、さらに細胞内では解糖系による糖の分解を促進する。また、肝臓や筋肉に働いて、グルコースから（イ）への合成を促進する。その結果、血糖濃度が低下して、通常の濃度へ戻る。糖尿病は二つの型に分けられ、血糖濃度が高い状態が続く病気であり、尿中にグルコースが異常に多く排出されることがある。他方、激しい運動や飢餓状態により血糖濃度が低下すると、すい臓のランゲルハンス島の（エ）細胞からの（オ）の分泌など、複数のホルモンの分泌が促される。（オ）は、肝臓に働いて、（イ）の分解を促進し、血糖濃度を上昇させる。

そのほか、肝臓は、血しょう中のタンパク質の合成や尿素の合成、胆汁^bの生成、熱の発生による体温調節^cなど、体内環境の維持に重要な働きをしている。

問1 上の文章中の（ア）～（オ）に入る適当な語句を答えよ。

ア		イ	
エ		オ	

問2 下線部aについて、糖尿病で尿中にグルコースが排出される理由を、次の用語をすべて用いて70字以内で説明せよ。

（用語）糸球体、ポーマンのう、細尿管

																												70																												

（その2に続く）

小計	点
----	---

生 物 501 その2

(その1から続く)

問3 図1は健康な人、糖尿病患者Xおよび糖尿病患者Yの食事ともなう血糖濃度とインスリン濃度の経時的変化を示したものである。患者Xと患者Yの血糖濃度が健康な人比べて高くなる理由を、それぞれ70字以内で説明せよ。

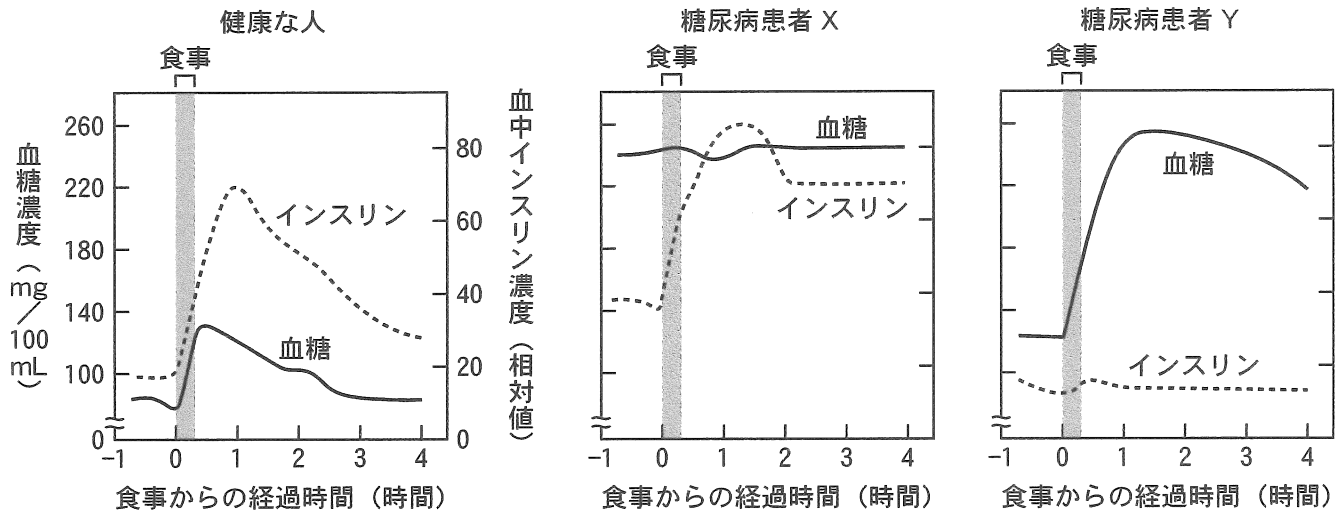


図1 食事ともなう血糖濃度とインスリン濃度の経時的変化

患者 X

	70
--	----

患者 Y

	70
--	----

問4 下線部bについて、胆汁の働きを2つ答えよ。

--	--

問5 下線部cについて、ヒトの体温上昇に働くホルモンを2つ答えよ。

--	--

生 物 501 その3

第2問 細菌とファージを用いて行われた遺伝情報に関する次の実験内容を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。

実験1 肺炎双球菌という肺炎を引き起こす細菌には、外側に糖で構成される被膜をもつ病原性のあるS型菌と、被膜をもたず病原性のないR型菌とがある。S型菌を注射されたマウスは死んだが、R型菌を注射されたマウスは死ななかった。また、加熱殺菌したS型菌を注射されたマウスは死ななかった。他方、加熱殺菌したS型菌に少量のR型菌を混ぜて注射されたマウスは死に、その体内から生きたS型菌が検出された。
a

実験2 加熱殺菌したS型菌の抽出液とR型菌を混ぜて培養したところ、S型菌が現れた。しかし、S型菌の抽出液にDNAを分解する酵素を加えた後、R型菌と培養するとR型菌のみが増殖した。

実験3 細菌に感染するファージのタンパク質を物質Xで、DNAを物質Yで、それぞれ目印をつけ、後で判別できるようにした。このファージを大腸菌の培養液に加え、ファージが大腸菌に付着するが増殖は起こらない時間だけ培養した。その後、遠心分離により大腸菌を沈殿させ、大腸菌に結合しなかったファージを含む上澄み液を捨てた。大腸菌の沈殿に新しい培養液を加え、激しく攪拌した（懸濁液A）。その後、懸濁液Aを遠心分離し、大腸菌を含む沈殿Bと上澄み液Cを回収した。上澄み液Cに含まれる物質Xの量は懸濁液Aに含まれる物質Xの量の85%、上澄み液Cに含まれる物質Yの量は懸濁液Aに含まれる物質Yの量の30%であった。沈殿Bからは物質Yのみが検出された。最後に、沈殿Bに新しい培養液を加え、培養すると、大腸菌内でファージの増殖が認められた。

問1 下線部aの結果が得られた理由を、50字以内で説明せよ。

50	
----	--

（その4に続く）

小計	点
----	---

生 物 501 その4

(その3から続く)

問2 実験2において、DNAが遺伝物質であることを証明するためには、追加実験を行う必要がある。追加すべき実験および予測される結果を説明せよ。

--

問3 実験3の結果を踏まえて、ファージが細菌の中で増殖するしくみを100字以内で説明せよ。

	100
--	-----

問4 実験3において、大腸菌に付着したファージのうち、少なくとも何%のファージが大腸菌にDNAを注入したと考えられるか、数値を答えよ。また、その数値を導き出した理由も説明せよ。なお、ファージや細菌は攪拌処理により破壊されないものとする。

%
(理由)

生 物 501 その5

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

ニューロンと呼ばれる神経細胞は、核をもった（ア）と、そこから長く伸びた1本の（イ）、短く枝分かれの多い樹状突起から構成される。ニューロンの周囲には神経の機能を助ける支持細胞である（ウ）が存在しており、末梢神経系では（ウ）の一種であるシュワン細胞が何重にも巻きついて髄鞘を形成している。髄鞘をもつ神経繊維を有髄神経繊維といい、ないものを無髄神経繊維という。同じ太さの軸索で比較した場合、伝導速度は有髄神経繊維の方がはるかに大きくなる。

神経細胞や感覚細胞が閾値以上の刺激を受けると、細胞の（エ）が瞬間的に変化して活動電位が発生する。閾値以下の刺激では活動電位は発生せず、閾値以上の強い刺激を与えてもその最大値は一定にしかならない。このような性質を（オ）という。1本の神経繊維に閾値を超える強度の刺激を与えた場合、活動電位の最大値は変わらないが多くの電位が生じる。つまり、刺激の強さは活動電位の（カ）として伝えられる。また実際には、閾値の異なるニューロンが束になっており、刺激が強くなると興奮するニューロンの数が増える。このことから、刺激の強さは興奮したニューロンの数としても脳へ伝えられる。

ニューロンは受容器や他のニューロンと連絡しており、その接続部分で興奮が伝わるときは、アセチルコリンやノルアドレナリンなどが細胞外へと分泌され、興奮が伝えられる側の細胞に活動電位を発生させることにより興奮が伝達される。

問1 上の文章中の（ア）～（カ）に入る適当な語句を答えよ。

ア		イ		ウ		エ	
オ		カ					

問2 下線部aについて、有髄神経繊維における興奮の伝導様式の名称を答えよ。その伝導様式の特徴を無髄神経繊維と比較して120字以内で説明せよ。

(伝導様式の名称)	
120	

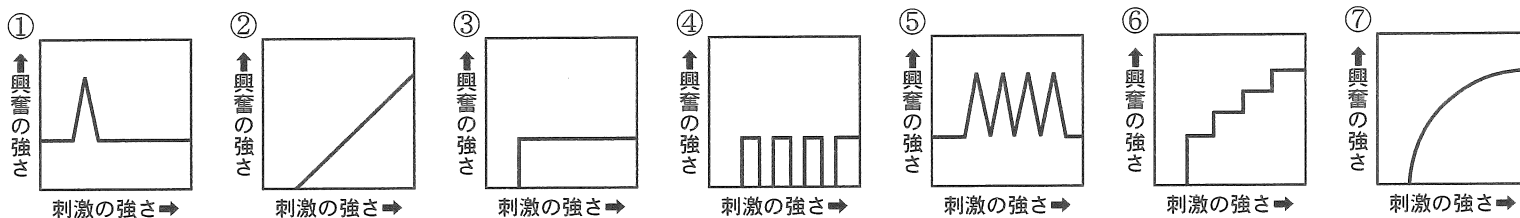
(その6に続く)

小計	点
----	---

生 物 501 その6

(その5から続く)

問3 下線部bに関連して、興奮の閾値が異なる1本のニューロンおよび4本のニューロンの束それぞれに電気刺激を加えた。継続的に少しずつ電気刺激を強めていくと、興奮の大きさはどのような変化を示すか。適切なグラフを次の①～⑦から1つずつ選べ。ただし、すべてのニューロンが興奮するのに十分な電気刺激を与えたものとする。



1本のニューロン	4本のニューロンの束	
----------	------------	--

問4 下線部cに関連して、副交感神経の神経終末におけるアセチルコリンの放出機構について、次の用語をすべて用いて120字以内で説明せよ。

(用語) カルシウムイオン, シナプス小胞, エキソサイトーシス

120

問5 下線部dにおける興奮が伝えられる側の細胞に活動電位を発生させるしくみについて、次の用語をすべて用いて120字以内で説明せよ。

(用語) 受容体, 神経伝達物質, 興奮性シナプス後電位

120

小計	点
----	---

生物 501 その7

第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

親のもつ遺伝情報と異なる遺伝情報が子孫に伝わることを（ア）という。（ア）を起こした遺伝子のうち、ほとんどのものは集団からなくなるが、中には頻度を増して数パーセントから数十パーセントになるものもある。このように複数の対立遺伝子や対立形質が集団に存在していることを（イ）と呼ぶ。以前に存在していた遺伝子が新しい遺伝子に置き換わってしまうこともまれにある。この置き換わる速さが遺伝子やタンパク質の進化する速度に影響している。

問1 上の文章中の（ア）と（イ）に入る適当な語句を答えよ。

ア		イ	
---	--	---	--

問2 任意交配を行っている集団に対立遺伝子 A と a があり、 a 対立遺伝子は表1に示したように完全劣性致死遺伝子であるとする。最初の世代の a 対立遺伝子頻度が0.2である場合、次の世代（1世代後）および6世代後の a 対立遺伝子頻度を小数第4位を四捨五入して求めよ。ただし、次世代の対立遺伝子の頻度は相対適応度で決まるとする。

表1

遺伝子型	AA	Aa	aa
相対適応度	1	1	0

1世代後の a 対立遺伝子頻度	
6世代後の a 対立遺伝子頻度	

問3 集団の遺伝子頻度の変化に適応度以外の要因が影響するとしたら、どのような要因が考えられるか。考えられる要因を1つ答えよ。

--