近畿大学

2024 年度　一般選抜　生物

（2 科目　120 分）

（注）　漢字の生物用語は，原則として正しい漢字を用いて解答すること。

I 次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ヒトのからだを構成する細胞の主なエネルギー源はグルコースである。血液中のグルコース濃度（血糖値）は、一定の範囲内に保たれるよう、複数のホルモンによって調節されている。血糖値が低下すると、アドレナリンとグルカゴンが肝臓に働いて、［ア］を分解してグルコースを生成する反応を促す。また、糖質コルチコイドは、グルコースの合成を促進して血糖値を上昇させるように働く。

細胞内へ取り込まれたグルコースは、10 種類の酵素によって触媒される一連の反応によって分解され、グルコース 1 分子から［a］分子のピルビン酸と正味で［b］分子の ATP が生成される。この過程で、［c］分子の NAD^+ が［イ］されて、［d］分子の［ウ］ができる。

ピルビン酸は、ミトコンドリアの［エ］に入り、［オ］酵素と脱水素酵素の働きで［カ］になる。［カ］はクエン酸回路に入り、最終的には［キ］に変換される。さらにクエン酸回路では、1 分子の［カ］あたり、［e］分子の ATP と、3 分子の［ウ］、［f］分子の $FADH_2$ がつくられる。［ウ］と $FADH_2$ はミトコンドリアの［ク］に存在するタンパク質複合体によって［ケ］され、電子と［コ］が放出される。電子は最終的に酸素に受け渡され、［コ］と反応して［サ］になる。また、この過程でミトコンドリアの［エ］と［シ］の間に発生する［コ］の濃度勾配を利用して、ATP 合成酵素が ATP を産生する。

グルコースなどの炭水化物に加えて、脂肪やタンパク質も呼吸基質として利用される。脂肪は、グリセリンと脂肪酸に加水分解されて呼吸基質となる。グリセリンは、［ス］という代謝経路に入りエネルギー源として利用される。一方で、脂肪酸はミトコンドリアの［エ］内で段階的に分解されて［カ］に変換される。

筋肉などでタンパク質が呼吸基質として利用される場合、まずタンパク質はアミノ酸に分解される。次にアミノ酸のアミノ基が遊離し、有機酸とアンモニア（アミノ基）になる。この過程は［セ］と呼ばれる。有機酸はさらにクエン酸回路に入り、エネルギー源として利用される。アンモニア（アミノ基）は、肝臓に運ばれ、［ソ］回路という代謝経路で［キ］とともに毒性の低い［ソ］（原文ママ）に変えられて体外に排出される。

問 1　文章中の［ア］～［ソ］に入る最も適切な語句を答えよ。

問 2　文章中の［ a ］～［ f ］に入る最も適切な数字を答えよ。

問 3　糖質コルチコイドの受容体は細胞内にあり、グルカゴンの受容体は細胞膜に存在している。この分布の違いには、両ホルモンのどのような性質の違いが関係しているか。50 字以内で述べよ。

問 4　文章中の下線部の反応系を何と呼ぶか。

問 5　ロイシンを呼吸基質としたときの呼吸の反応は次の式で表される。

$$2C_6H_{13}NO_2 + X\,O_2 \longrightarrow Y\,CO_2 + Z\,H_2O + 2NH_3$$

(1) X、Y、Z に入る数字を答えよ。

(2) ロイシンのみを呼吸基質としたときの呼吸商はいくらになるか。小数第 3 位を四捨五入して第 2 位まで求めよ。

(3) 同様に、バリン（$C_5H_{11}NO_2$ の化学式で表される）のみを呼吸基質としたときの呼吸商はいくらになるか。小数第 3 位を四捨五入して第 2 位まで求めよ。

(4) ロイシンとバリンのみからなるアミノ酸の混合物を呼吸基質としたときの呼吸商は 0.81 であった。(2) と (3) で求めた値を用いて、ロイシンとバリンのモル数の比を整数で求めよ。

ただし、ロイシンとバリンは互いの呼吸基質としての利用を妨げないものとする。

II 次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ヒトの第 9 染色体にある ABO 式血液型をきめる遺伝子座には、塩基配列のわずかに異なる *A*、*B*、*O* の対立遺伝子がある。各対立遺伝子の塩基配列の一部を図 1 に示した。開始コドンの最初の塩基を 1 番とした時、遺伝子 *A* の mRNA の塩基配列に対して、遺伝子 *O* の mRNA は 261 番目のグアニンが欠失し、①遺伝子 *B* の mRNA は 526 番目のシトシンがグアニンに変化している。それぞれの対立遺伝子の mRNA からつくられる酵素によって、赤血球の細胞膜上に固有の糖鎖が合成される。こうして付加された糖鎖の種類によって、血液型は A 型、B 型、AB 型、O 型の表現型に分けられる。

ある 3 人（L、M、N）の ABO 式血液型に関する遺伝子型を調べるために、変異部位をはさむ領域 (1) と (2) のそれぞれを PCR 法により増幅し、240 塩基対（bp）および 300 bp の産物を得た。酵素 P・Q および R・S は図 2 の認識配列を特異的に切断し、図 1 で配列を示した部位以外で PCR 産物を切断することはない。酵素で処理した DNA 断片を②アガロースゲル電気泳動法により分離し、DNA 断片を染色し可視化した結果を図 3 に示した。

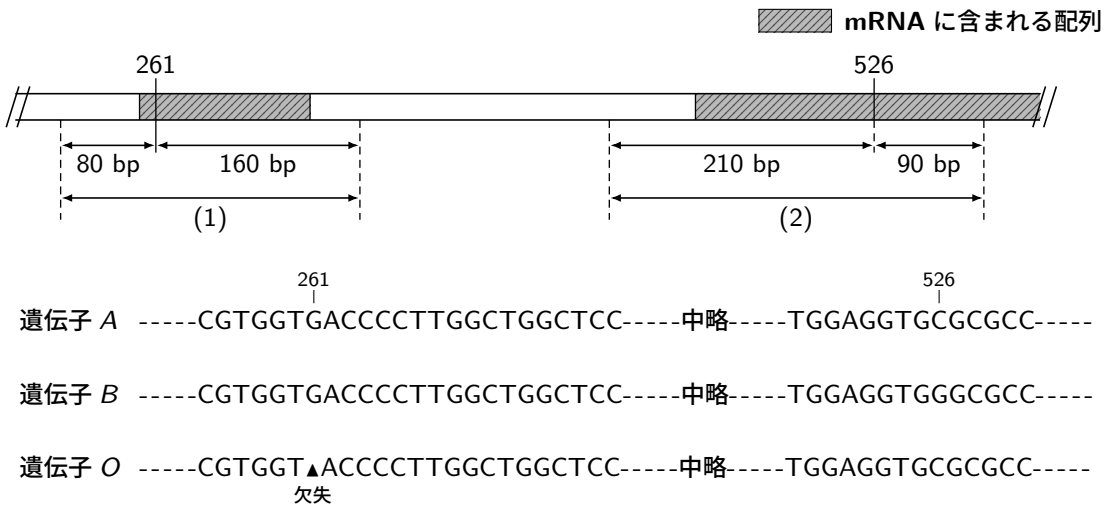

図 1. ABO 式血液型の対立遺伝子の DNA 塩基配列（一部）

酵素 P	酵素 Q	酵素 R	酵素 S
G G T A C|C	G|G T G A C C	G G|C G C C	G|C G C G C
C|C A T G G	C C A C T G|G	C C G C|G G	C G C G C|G

図 2. 酵素が切断する DNA 塩基配列

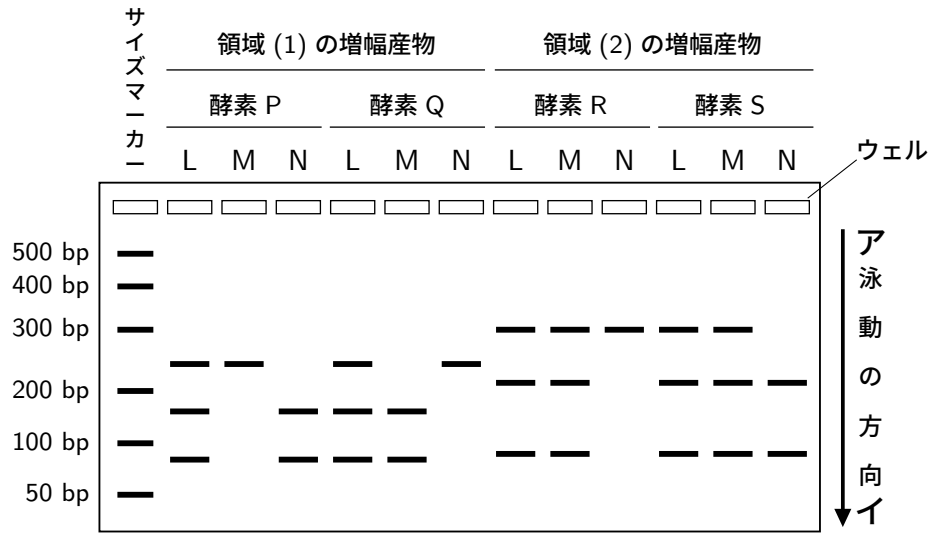

図 3. アガロースゲル電気泳動の結果

問 1　下線部①について、この変化している塩基を含む遺伝子 A と遺伝子 B でそれぞれ指定されるアミノ酸は何か。表 1 の遺伝暗号表を参考にして、それぞれ答えよ。

問 2　P〜S のような働きをもつ酵素を何と呼ぶか。

問 3　下線部②について次の小問に答えよ。

(1) 電気泳動における陽極は図 3 に示されたアとイのどちらか。

(2) (1) で答えた理由を DNA の化学構造の観点から 25 字以内で説明せよ。

問 4　P〜S の各酵素によって切断される PCR 産物を生じる遺伝子は、A、B、O のうちどれか。「A と O」など、あてはまるものをすべて答えよ。

問 5　図 3 の結果から求められる、L〜N の ABO 式血液型の遺伝子型は何か。下の a〜f よりそれぞれにあてはまる選択肢を選び記号で答えよ。

a. AA　b. AB　c. BB　d. AO　e. BO　f. OO

問 6　L〜N が子供とその両親である場合、3 人のうち子供は誰か。

問 7　遺伝子 O からは、赤血球の細胞膜上に固有の糖鎖を付加する機能をもった酵素がつくられない。なぜ機能をもった酵素がつくられないのか、考えられる理由を 50 字以内で述べよ。

表 1. 遺伝暗号表

1番目の塩基	2番目の塩基 U	2番目の塩基 C	2番目の塩基 A	2番目の塩基 G	3番目の塩基
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

III 次の文章を読んで下の問いに答えよ。

免疫系は、病原体やがん細胞などの異物に反応してこれらを排除する生体防御のしくみである。通常は、①免疫系が体の自己成分に反応することはない。しかし、免疫系の働きに異常を生じて、②免疫系が自己成分に反応して攻撃することで疾患が引き起こされる場合もある。

［ ア ］細胞から分泌される［ イ ］は、血液中のグルコース濃度を低下させる働きをもつホルモンである。糖尿病は［ イ ］の不足もしくは［ イ ］に対する感受性の低下により生じる疾患である。糖尿病には 2 つのタイプがあり、［ ア ］が破壊されるタイプをⅠ型糖尿病と呼ぶ。Ⅰ型糖尿病のおよそ 9 割は、免疫系が自己成分に反応することで生じる。そのなかには③ウイルス感染をきっかけとして生じるものもある。

4 種（A、B、C、D）のウイルスについて、Ⅰ型糖尿病モデルマウスへの接種を行い、Ⅰ型糖尿病の発症率に対するウイルス感染の影響を調べる以下の実験を行った。実験に用いたマウスは、自己免疫反応によってⅠ型糖尿病を発症し易い特性をもち、実験的にウイルスを接種しなくても 35 週齢の

時点で 50% の個体が I 型糖尿病を発症する。

【実験 1】6 週齢および 10 週齢のマウスに A〜D の各ウイルスを接種した。35 週齢における I 型糖尿病の発症率を調べ、表 1 の結果を得た。

表 1.

接種時期	−	6 週齢				10 週齢			
接種したウイルス	なし	A	B	C	D	A	B	C	D
発症率（%）	50	50	50	90	90	50	50	90	90

【実験 2】6 週齢のマウスに A または B のウイルスを接種したのち、10 週齢のときに C または D のウイルスを接種した。また、別の 6 週齢のマウスに、A または B のウイルスとともに C のウイルスを同時に接種した。35 週齢における I 型糖尿病の発症率を調べ、表 2 の結果を得た。

表 2.

実験群	A→C	B→C	A→D	B→D	A+C	B+C
6 週齢で接種したウイルス	A	B	A	B	A+C	B+C
10 週齢で接種したウイルス	C	C	D	D	なし	なし
発症率（%）	90	50	90	90	90	90

問 1　文章中の［ ア ］と［ イ ］に入る最も適切な語句を答えよ。

問 2　下線部①について次の小問に答えよ。

(1) この状態を何と呼ぶか。

(2) この状態は、どのようなしくみによって成り立っているか。100 字以内で答えよ。

問 3　下線部②について次の小問に答えよ。

(1) このような疾患を総称して何と呼ぶか。

(2) このような疾患の例として、Ⅰ型糖尿病以外の疾患名をひとつ答えよ。

問 4　下線部③について次の小問に答えよ。

(1) ウイルス感染時に、自然免疫で中心的な役割を果たすリンパ球は何か。

(2) ウイルス感染時における、(1) で解答した細胞とマクロファージの働きの違いを 100 字以内で答えよ。

問 5　実験 1 および実験 2 について、次の小問に答えよ。

(1) Ⅰ型糖尿病発症のきっかけとなりうるウイルスは、A〜D のウイルスのうちどれか。すべて答えよ。

(2) 実験 2 の B→C 群と B+C 群のマウスにおいて、C のウイルス接種時期により発症率に違いが生じた理由として考えられることを、150 字以内で答えよ。