

生 物 (その1)

第1問 ヒトの誕生に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

卵巣の中にはたくさんの (ア) が1個ずつろ胞に包まれて存在している。思春期を迎えると、⁽¹⁾ 脳下垂体前葉から分泌されるろ胞刺激ホルモン (FSH) のはたらきで、ろ胞を形成している細胞が増殖する。さらに、⁽²⁾ ステロイドホルモンの一種であるエストロゲンが、FSH のはたらきでろ胞から分泌されるようになると、(ア) のうちの1つが減数分裂を再開して (イ) になり、排卵への準備を整える。

⁽³⁾ FSH の分泌は、視床下部から分泌される性腺刺激ホルモン放出ホルモン (LH-RH) によって促進される。ろ胞が成熟するまではエストロゲンによって LH-RH の過剰な分泌は抑制されている。ろ胞が成熟して血液中のエストロゲン濃度の高い状態が続くと、エストロゲンの作用は一転して LH-RH の分泌を促すようになる。LH-RH の著しい増加が FSH や黄体形成ホルモン (LH) を大量に分泌させ、この刺激によって排卵が誘発される。⁽⁴⁾ 排卵後、精子の侵入により (イ) は減数分裂を再開して受精卵と (ウ) になる。受精が成立して6日ほどで着床し、その後に胎盤が形成されていく。

妊娠末期に入るとプロスタグランジンという物質が放出される。プロスタグランジンは子宮頸管(子宮の出口)を形成する組織の⁽⁵⁾ コラーゲンを分解する酵素を増やし、出産にむけて子宮頸管をやわらかくする。また、⁽⁶⁾ 脳下垂体後葉からのオキシトシンの分泌を促す。オキシトシンは子宮を収縮させて出産にそなえる。

出産を境に子のかからだにも大きな変化が起こる。⁽⁷⁾ 出生前には、へその緒の動脈(臍動脈)を通して胎盤へ送られた血液は、へその緒の静脈(臍静脈)から胎児へと戻って下大静脈を通過し、右心房に入る。胎児の右心房と左心房の間には卵円孔という穴が開いており、右心房に入った血液の多くは右心室ではなく左心房へと送られる。この血液が左心室から大動脈を経て全身へと送り出される。出生後にへその緒の血流は途絶え、卵円孔は徐々に閉じる。また、⁽⁸⁾ 胎児期に使われていたヘモグロビン (HbF) は出生後、成人型のヘモグロビン (HbA) へと徐々に置き換わっていく。

問1 文中の (ア) ~ (ウ) に入るものはどれか。次の ① ~ ⑥ から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 卵原細胞 | ② 第一極体 | ③ 第二極体 |
| ④ 一次卵母細胞 | ⑤ 二次卵母細胞 | ⑥ 始原生殖細胞 |

生 物 (その2)

問2 下線部(1)について、脳下垂体前葉から分泌されるものはどれか。次の

①～⑥から適当なものをすべて選び、番号で記せ。

- | | | |
|----------|----------|-------------|
| ① 成長ホルモン | ② バソプレシン | ③ 甲状腺刺激ホルモン |
| ④ グルカゴン | ⑤ アドレナリン | ⑥ 糖質コルチコイド |

問3 下線部(2)について、

i) ステロイドホルモンはどれか。問2の①～⑥から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

ii) ステロイドホルモンの特徴はどれか。次の①～⑤から適当なものを2つ選び、番号で記せ。

- ① アミノ酸により構成されている。
- ② 細胞膜を透過できない。
- ③ 受容体はサイトゾルや核内に存在する。
- ④ 水溶性ホルモンである。
- ⑤ 特定の遺伝子の発現を調節する。

生 物 （その3）

問4 下線部（3）について、

- i) エストロゲンが LH-RH の分泌を調節しているしくみを何とよぶか、用語で記せ。
- ii) ヒトの頭部の断面を図1に表す。視床下部はどれか。図1の①～⑦から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

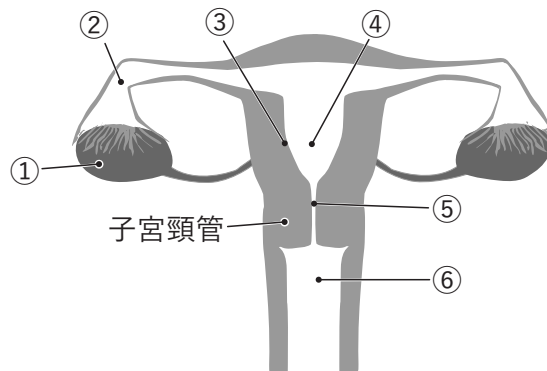
図1



問5 下線部（4）について、女性の生殖器を図2に表す。

- i) 卵巣はどれか。図2の①～⑥から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。
- ii) 通常、受精が起こるのはどこか。図2の①～⑥から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

図2



生 物 (その4)

問6 下線部(5)について、コラーゲンが最も多く含まれる組織はどれか。

次の①～④から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 筋組織 ② 上皮組織 ③ 結合組織 ④ 神経組織

問7 下線部(6)について、脳下垂体後葉の説明として適当なものはどれか。次の

①～⑤からすべて選び、番号で記せ。

- ① 前葉を経由した動脈血が流れ込む。
② 神経分泌細胞の細胞体が存在しない。
③ チロキシンの濃度低下を感知する細胞が存在する。
④ 後葉を通った血液は前葉を経由して全身へと流れていく。
⑤ 血糖値の低下を感知する細胞が存在し、インスリンの合成を促す。

問8 下線部(7)について、

i) 胎児で、酸素濃度が最も高い血液が流れるのはどこか。次の①～⑩から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 右心房 ② 右心室 ③ 左心房 ④ 左心室
⑤ 上大静脈 ⑥ 大動脈 ⑦ 臍静脈 ⑧ 臍動脈
⑨ 肺静脈 ⑩ 肺動脈

ii) 卵円孔が閉じるのは肺呼吸の開始と強く関連している。卵円孔が閉じないと、どのような不都合があるか。理由を含めて簡潔に記せ。

生 物 (その5)

問9 心臓の発生について、

i) 心臓と同じ胚葉に由来するものはどれか。次の①～⑨から適当なものをすべて選び、番号で記せ。

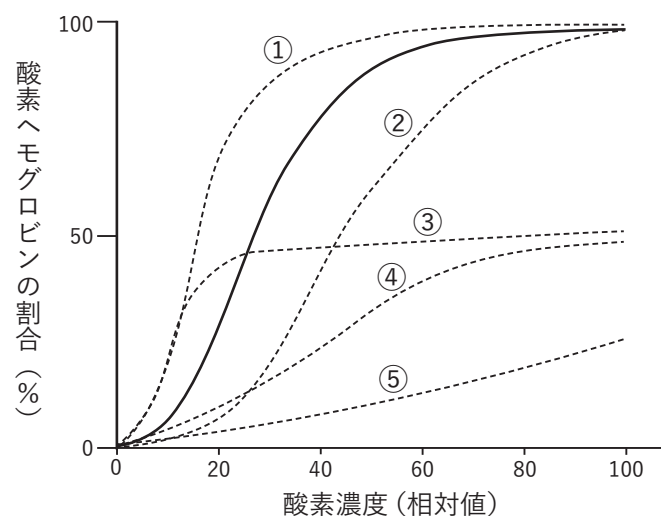
- | | | |
|---------|--------|----------|
| ① 脳 | ② 網膜 | ③ 水晶体 |
| ④ 腎臓 | ⑤ 肺の上皮 | ⑥ 皮膚の真皮 |
| ⑦ 大腸の上皮 | ⑧ 骨格筋 | ⑨ 小腸の平滑筋 |

ii) 心臓の形成障害により、出生後も左心室と右心室を隔てる心室中隔に穴が開いたままになる心室中隔欠損症という疾患がある。この疾患において左心室の血圧が右心室の血圧よりも高い場合、健常者と比べて血流が増加するのはどこか。次の①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

- | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|
| ① 肺 | ② 脳 | ③ 肝臓 | ④ 腎臓 | ⑤ 副腎 |
|-----|-----|------|------|------|

問10 下線部(8)について、HbAの酸素解離曲線が図3の実線のようにするとき、同じ条件下でのHbFの酸素解離曲線はどれか。図3の点線①～⑤から最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

図3



生 物 (その6)

第2問 染色体の構造と変異に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

細胞内や細胞外からの要因が DNA 上の遺伝情報に突然変異を起こすことがある。突然変異には、塩基の配列が変化する変異だけでなく、染色体レベルでの変異（染色体突然変異）がある。染色体突然変異には、⁽¹⁾ 染色体の構造に変化が起こる場合と
⁽²⁾ 染色体の数に変化が起こる場合とがあり、これらの変化は細胞の形質に大きな影響を及ぼすことが多い。

染色体の構造に変化が起こる変異の1つに、染色体の一部が他の染色体の一部と置き換わる転座がある。これは、ある染色体に生じた切断末端が、他の染色体に生じた切断末端と誤って結合することが主な原因だと考えられている。もし、切断がそれぞれの染色体がもつ遺伝子の中で生じると、本来は別々であった遺伝子が連結し、融合遺伝子として発現することもある。⁽³⁾ 異常な白血球が増殖する白血病という疾患ではさまざまな融合遺伝子が発症に関わることが知られている。そのため、融合遺伝子の同定と発現量の定量は、白血病の診断や治療法を選択するうえでの大切な情報となる。

転座の他にも、染色体の一部がくり返される重複や、一部が失われる欠失などにより、ある遺伝子の発現量が大きく変化すると、それに伴って他の遺伝子の発現量も大きく影響を受けることがある。このような細胞の遺伝子発現量変化を調べるには、⁽⁴⁾ RNA シーケンシング解析など、遺伝子発現パターンを網羅的に解析する方法が用いられる。

問1 下線部(1)について、

- i) 染色体上で遺伝子が存在する位置を何とよぶか、名称を記せ。
- ii) ある染色体の一部が切断され、向きが反転して再結合する変異を何とよぶか、名称を記せ。
- iii) 突然変異が蓄積した細胞では、細胞周期チェックポイントを通過できないなどの理由で細胞死が起こり、個体から排除される。このような DNA の断片化を伴う細胞死を何とよぶか、名称を記せ。

生 物 (その7)

問2 下線部(2)について、

- i) このような変化が起こった変異細胞を特に何とよぶか、名称を記せ。
- ii) i) のような変異の起こる原因の1つとして、娘細胞への染色体の分配異常がある。染色体の分配において紡錘糸が付着する染色体上の構造を何とよぶか、名称を記せ。

問3 突然変異の特徴について、適当なものはどれか。次の①～⑤からすべて選び、番号で記せ。

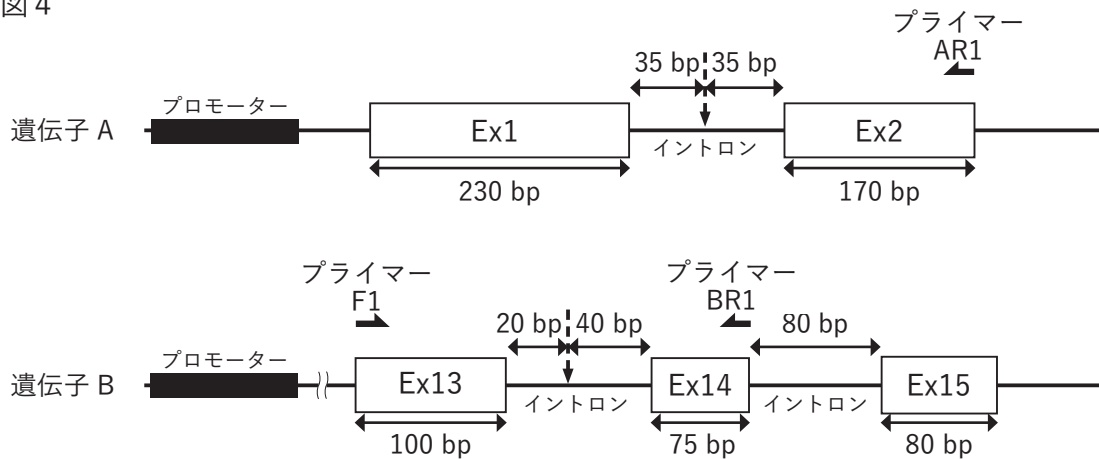
- ① 塩基の欠失変異では常にフレームシフトが生じる。
- ② 放射線は塩基配列の変異だけでなく、染色体突然変異の原因にもなる。
- ③ 同義置換が起きても、発現するタンパク質の構造は影響を受けない。
- ④ 遺伝子に1塩基置換が生じると、発現するタンパク質が短くなることがある。
- ⑤ 突然変異によって生じる塩基配列の変化が蓄積する速さは、DNAの領域により異なる。

問4 生殖系列の細胞で生じた突然変異は次世代の個体に受け継がれることがあるが、その他の細胞で生じた突然変異は次世代に伝わらない。このような非生殖系列の細胞を総称して何とよぶか、名称を記せ。

生 物 （その 8）

問 5 下線部（3）について，ヒト白血病由来のある培養細胞では，1組の9番染色体と22番染色体の間で転座が起こり，9番染色体上の遺伝子Aと22番染色体上の遺伝子Bの融合遺伝子が生じていた。これらの融合遺伝子では，切断部位を境にエキソンの上流側と下流側が入れ替わっており，正常細胞と同様に遺伝子AとBのプロモーターから転写が起きていた。正常細胞における遺伝子AとBの構造の一部を図4に表す。

図 4



Ex はエキソンを表す。

bp は塩基対の数を表す。

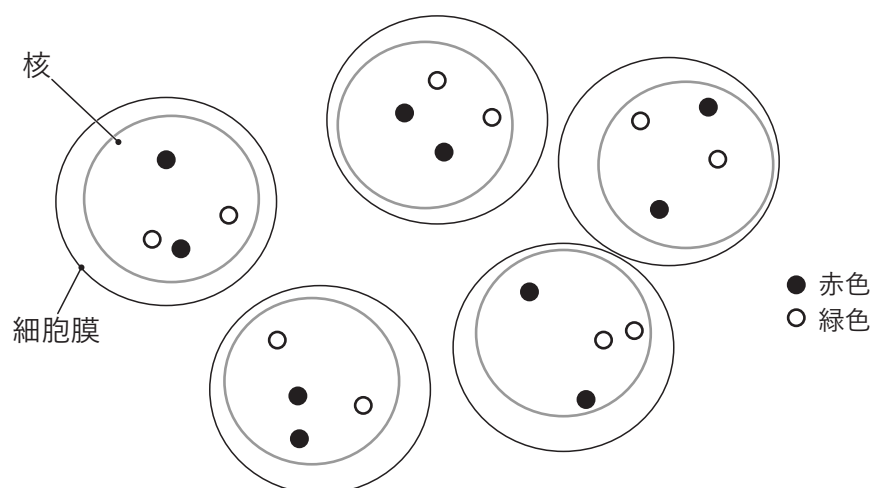
↓ は白血病由来の細胞で切断と結合が起きた部位を表す。

- i) この白血病由来の培養細胞から mRNA を抽出し，二本鎖の cDNA を合成した。この cDNA に対して図 4 に記したプライマー（AR1，F1，BR1）すべてを同時に用いて PCR を行ったとき，どのような長さの DNA 断片が増幅されるか。それらのすべてを，短いものから順に数値（bp）で記せ。

生 物 (その9)

- ii) 正常な白血球細胞に対して遺伝子 A のエキソン 1 を赤色蛍光色素で、遺伝子 B のエキソン 15 を緑色蛍光色素で標識して蛍光顕微鏡で観察したところ、G₁ 期の細胞では図 5 のような蛍光像が得られた。同様の実験をこの白血病由来の培養細胞に対して行った場合、G₁ 期の細胞ではどのような蛍光像が得られると予想されるか。図 5 にならい、解答欄の図に●と○で描け。

図 5



- iii) この白血病由来の培養細胞で見られた転座以外に、他の白血病の細胞では、転座により免疫グロブリン遺伝子と細胞増殖に関わる遺伝子の融合遺伝子がしばしば生じている。このような融合遺伝子が白血病を引き起こすしくみを考察し、簡潔に記せ。

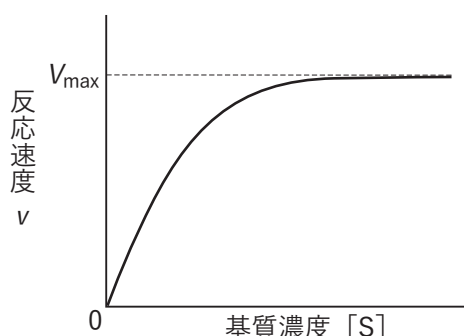
問 6 下線部 (4) について、あるがん細胞に対して RNA シーケンシング解析を行ったところ、このがん細胞では遺伝子 C の転写産物として正常細胞とは異なる mRNA が発現していることがわかった。ところが、このがん細胞の遺伝子 C の DNA の塩基配列に変異は見つからなかった。遺伝子 C のがん細胞特異的な mRNA はどのようなしくみで生じたと考えられるか、用語で記せ。

生 物 （その10）

第3問 酵素に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

酵素は ⁽¹⁾ 活性化エネルギーを減少させることで化学反応を促進するタンパク質である。酵素の反応速度 (v) は反応液中の基質や生成物の濃度変化を経時的に測定することで調べることができる。⁽²⁾ 温度、pH、酵素の濃度が一定の条件では、 v は基質濃度 ($[S]$) が増加するにつれて大きくなり、最大反応速度 ($V_{\max}$) に近づく (図6)。このとき v は式1で表すことができる。ただし、⁽³⁾ K_m は酵素と基質の結合のしやすさを示し、酵素ごとに固有の定数である。

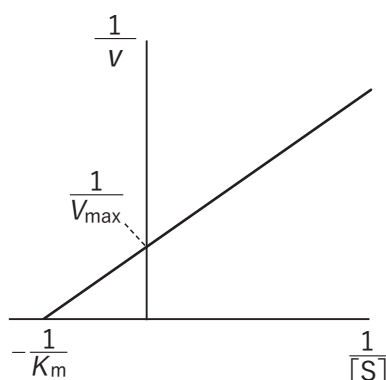
図6



$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]} \quad \cdots \text{式1}$$

式1の両辺を逆数で表すと式2のように変換でき、 v 、 $V_{\max}$ 、 K_m の関係が調べやすくなる。この式をグラフで図7に表す。

図7



$$\frac{1}{v} = \left(\frac{K_m}{V_{\max}} \right) \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{\max}} \quad \cdots \text{式2}$$

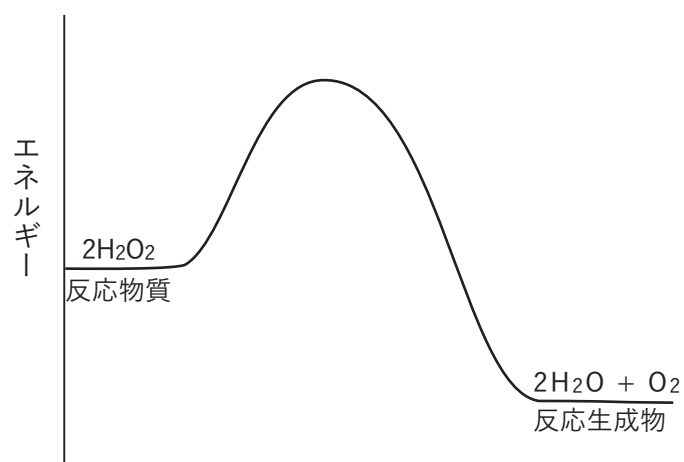
ある酵素に結合することによって、そのはたらきを低下させる物質を酵素の阻害物質とよぶ。⁽⁴⁾ 阻害の仕方には競争的阻害と非競争的阻害がある。

グルコースがグルコース 6-リン酸になる解糖系の最初の反応を触媒する酵素には、⁽⁵⁾ ほぼすべての細胞に存在するヘキソキナーゼと、すい臓の B 細胞と肝臓の細胞に局在するグルコキナーゼがある。この2つは異なる特徴をもち、生体の恒常性を保つうえで非常に重要なはたらきを示す。

生 物 （その11）

問1 下線部（1）について、過酸化水素（ H_2O_2 ）が水と酸素に分解される反応のエネルギー変化のグラフを図8に表す。カタラーゼが存在したときの反応のエネルギー変化はどのような曲線または直線で表すことができるか、解答欄の図に描け。ただし、解答欄のグラフは図8と同じものを表している。

図8



生 物 (その12)

問2 下線部(2)について、

i) 図6のように、基質濃度が高くなるほど反応速度の上昇がゆるやかになるのはどうしてか、簡潔に記せ。

ii) 適切な温度と pH 条件で、ある酵素の濃度を一定にした反応液に、その酵素の基質 A を 5 mmol/L になるように加えて反応を行ったところ、反応時間と生成物 B の量との関係は図9の実線のようになった。また、酵素の濃度はそのまま基質の濃度をさまざまに変えて反応速度を調べたところ、図10のグラフが得られた。次のア) もしくはイ) の条件で反応を行ったとすると、反応時間と生成物 B の量との関係は、それぞれどのように変化すると予想されるか。図9の点線①～⑤から最も適当なものを1つずつ選び、番号で記せ。ただし、この反応の基質は1種類で、1分子の基質から1分子の生成物がつくられ、生成物は反応速度に影響しないものとする。

ア) 基質 A の濃度はそのまま、酵素の濃度を 1/2 にした。

イ) 酵素の濃度はそのまま、基質 A の濃度を 8 mmol/L にした。

図9

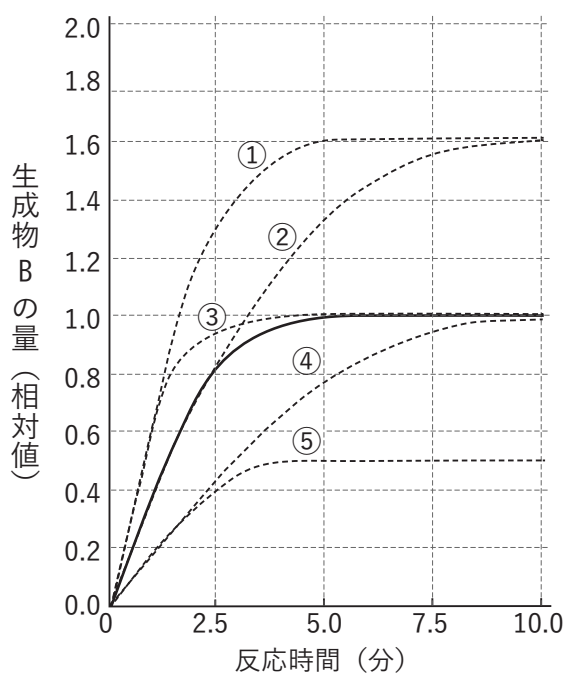
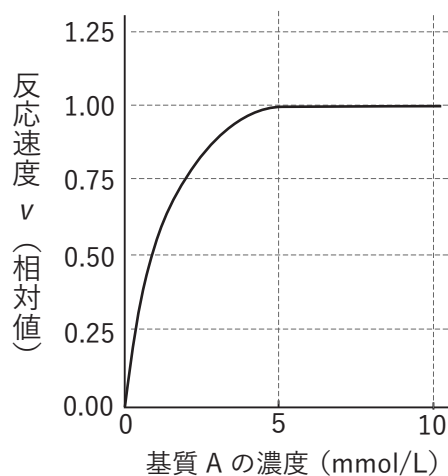


図10



生 物 (その13)

問3 下線部(3)について、 K_m の記述として適当なものはどれか。次の①～⑦からすべて選び、番号で記せ。

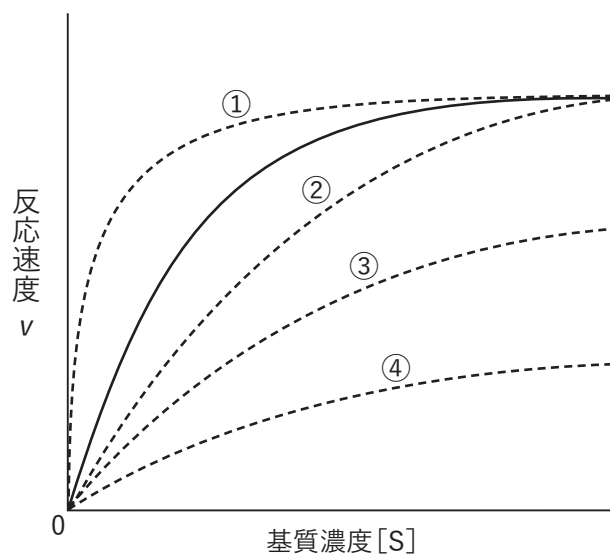
- ① 値が小さいほど酵素は基質と結合しやすい。
- ② 値が大きいほど酵素は基質と結合しやすい。
- ③ V_{max} と比例する。
- ④ V_{max} と反比例する。
- ⑤ 反応速度が V_{max} のときの基質濃度にあたる。
- ⑥ 反応速度が V_{max} の $1/2$ のときの基質濃度にあたる。
- ⑦ 反応速度が V_{max} の $1/4$ のときの基質濃度にあたる。

問4 下線部(4)について、

i) 適切な温度と pH 条件で、酵素反応を行ったところ、基質濃度と反応速度の関係は図11の実線のようになった。次に、さまざまな物質を1つずつ加えて反応速度を調べたところ、図11の点線①～④の結果が得られた。

ア) 競争的阻害物質を加えたとき、イ) 非競争的阻害物質を加えたときのグラフはどれか。点線①～④からそれぞれに該当するものをすべて選び、番号で記せ。

図 11



生 物 （その14）

- ii) 適切な温度と pH 条件で、ある酵素の濃度を一定にした反応液に、その酵素の基質を 3 種類の濃度となるように加えて反応を行った。次に、一定量の阻害物質を加えて同様の条件で反応を行った。それらの結果を表 1 に示す。

表 1

		阻害物質なし		阻害物質あり	
[S] (mmol/L)	$\frac{1}{[S]}$	$v \left(\frac{\text{mmol/L}}{\text{分}} \right)$	$\frac{1}{v}$	$v \left(\frac{\text{mmol/L}}{\text{分}} \right)$	$\frac{1}{v}$
5.00	0.20	3.33	0.30	2.22	0.45
2.50	0.40	2.50	0.40	1.67	0.60
1.25	0.80	1.67	0.60	1.11	0.90

- ア) 阻害物質を加えない場合について、この酵素の K_m と $V_{\max}$ の値をそれぞれ求めよ。数値は四捨五入して小数第 1 位まで記せ。
- イ) 使用した阻害物質はどれか。次の ① ～ ③ から最も適当なものを 1 つ選び、番号で記せ。

- ① 競争的阻害物質
- ② 非競争的阻害物質
- ③ どちらでもない

生 物 (その15)

問5 下線部(5)について、

- i) ヘキソキナーゼやグルコキナーゼがはたらくと、グルコース輸送体 (GLUT) を介した受動輸送によって細胞内へのグルコースの取り込みが増大する。その理由を簡潔に記せ。
- ii) グルコースを基質とした場合、ヘキソキナーゼの K_m は 0.1 mmol/L 以下であり、グルコキナーゼの K_m は 5 mmol/L 程度である。また、グルコキナーゼの $V_{\max}$ はヘキソキナーゼの $V_{\max}$ より大きい。ヘキソキナーゼとグルコキナーゼの反応速度は空腹時と比べて食後はどのように変化すると考えられるか。次の ① ～ ③ から最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。ただし、空腹時の血糖値を 90 mg/100mL 、食後の血糖値を 140 mg/100mL 、グルコースの分子量を 180 とする。

- ① 遅くなる
- ② ほぼ変化なし
- ③ 速くなる

株式会社新興出版社啓林館 / 高等学校 生物
株式会社新興出版社啓林館 / 高等学校 生物
実教出版株式会社 / 生物
株式会社新興出版社啓林館 / 高等学校 生物