

令和7年度
入学者選抜学力検査

(後期日程)

理 科 (生 物)

山口大学理学部 化学科, 生物学科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子および解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出願時に選択した科目の問題冊子が配られていることを確認してください。
- 3 配付物は、問題冊子1冊(1～6頁)、解答用紙6枚および下書用紙2枚です。
試験開始後、直ちにそろっているか確認してください。
- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙や下書用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始後、すべての解答用紙に氏名および受験番号を記入してください。
- 6 解答は指定された解答用紙のおもて面に横書きで記入してください。解答用紙のうら面は使用しないでください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

山口大学 令和7年度一般選抜後期日程 理学部化学科，生物学科
教科・科目 理科（生物）

問題訂正

問題2

問2 の2行目

（誤）もある。非競争....

（正）もある。阻害物質が一定濃度存在する場合，非競争....

生 物

問題 1 次の文章 1 と 2 を読んで、問 1 ～問 6 に答えなさい。(配点 100 点)

文章 1 生物のもつ形態、色や性質、行動などの特徴を表現型とよび、親のもつ表現型が子に伝わる現象を遺伝という。メンデルは、エンドウをもちいた実験から、表現型を決定する因子として遺伝因子(現在の遺伝子)を仮定し、遺伝に法則性があることを明らかにした。メンデルの見出した法則には、①対立する表現型をもつ純系の個体どうしを交雑してつくった雑種第一代では、どちらか一方の親の表現型だけが現れるという優性の法則(顕性遺伝)などがある。これらの法則は、表現型が 2 つ以上の対立遺伝子によって決定される場合にもあてはまる。たとえば、ヒトの ABO 式血液型は、3 つの対立遺伝子 I^A , I^B , I^O で決まっている。 I^A と I^B 両方の遺伝子をもつと AB 型の表現型を示すため、 I^A と I^B の間には優劣の関係はなく共顕性であるが、 I^O は I^A , I^B のどちらに対しても潜性である。そのため、A 型の人の遺伝子型は、 I^A 遺伝子のみか、 I^A と I^O 両方の遺伝子となる。一方、Rh 式血液型は、2 つの対立遺伝子 D , d で決まっており、 D が顕性であるため、 d 遺伝子のみをもつと Rh (-) 型となる。

問 1 下線部①を読んで、純系とはどのような遺伝子型をもつ個体のことか、説明しなさい。

問 2 ある集団の I^A , I^B , I^O の対立遺伝子の頻度は、 I^A 遺伝子が 0.5, I^B 遺伝子が 0.1, I^O 遺伝子が 0.4 であった。この集団における O 型の人の割合(%)を求めなさい。なお、途中の計算過程も書きなさい。

問 3 上記の問 2 の集団における D , d の対立遺伝子の頻度は、 D 遺伝子の頻度が 0.7, d 遺伝子の頻度が 0.3 であった。この集団の Rh (-) 型で、かつ AB 型の人の割合(%)を求めなさい。なお、途中の計算過程も書きなさい。

文章2 ゾウリムシは、大核と小核をもつ真核の単細胞生物であり、体表にある数千本の繊毛をつかって、水中を遊泳している。前進遊泳しているゾウリムシの細胞前端が、硬い障害物に衝突すると、その瞬間に②活動電位が発生し、一時的に繊毛の打つ向きが逆転する。その結果、ゾウリムシは短い時間の後退遊泳を起こし、その後方向転換することで、元とは異なる方向へ前進遊泳する。この一連の行動が、野生型のゾウリムシの細胞前端への衝突刺激に対する表現型である。

ゾウリムシには、細胞前端が硬い障害物と衝突したときに、野生型のゾウリムシとは異なる表現型を示す突然変異体がいる。突然変異体 CNR は、細胞前端が硬い障害物と衝突しても、短い時間の後退遊泳を起こすことができないという表現型を示す。しかし、野生型のゾウリムシの大核の DNA を抜き取り、突然変異体 CNR の大核へ注入した場合は、細胞前端が硬い障害物と衝突すると、短い時間の後退遊泳を起こすようになり、細胞分裂を繰り返した後でも、この後退遊泳を起こす。一方、野生型のゾウリムシの細胞質を抜き取り、突然変異体 CNR の細胞質に注入した場合も、注入直後は硬い障害物と衝突すると、短い時間の後退遊泳を起こすようになるが、数回細胞分裂すると後退遊泳を起こさなくなる。

問4 下線部②に関して、活動電位はゾウリムシ以外の細胞でもみられる。ニューロンを例として、活動電位を説明しなさい。

問5 野生型のゾウリムシから抜き取った大核の DNA を突然変異体 CNR の大核内に注入した場合と、野生型のゾウリムシから抜き取った細胞質を突然変異体 CNR の細胞質に注入した場合では、その後の表現型に違いが生じていた。その理由について、あなたの考えを説明しなさい。

問6 突然変異体の中には、突然変異体 CNR とはまったく別の表現型を示す突然変異体もある。突然変異体 CaC は、硬い対象物との衝突のようなきっかけが一切なくとも、自発的に短い時間の後退遊泳を起こす。しかし、突然変異体 CaC が硬い対象物に衝突した場合は、野生型のゾウリムシよりも数倍長い時間の後退遊泳を起こす。突然変異体 CaC は活動電位の生じ方にどのような変化が起こったことで、このような表現型を示すと考えられるか、あなたの考えを説明しなさい。

問題2 次の文章1と2を読んで、問1～問4に答えなさい。(配点100点)

文章1 生物の体内では様々な化学反応が進行している。それらの化学反応では、酵素が触媒として働いている。この酵素反応では、まず、基質が酵素の活性部位に結合し、酵素・基質複合体を形成する。次に酵素・基質複合体中の基質が反応生成物に変化し、反応生成物は酵素から離れる(図1)。一定濃度の酵素に対して、基質の濃度を变化させたときの基質濃度と酵素反応速度の関係をグラフにすると図2のようになる。

また、酵素は基質特異性を示すが、基質とよく似た構造の物質(阻害物質)が基質とともに存在すると、この物質が酵素の活性部位を基質と奪い合うことで、酵素反応を阻害することがある(図3)。①このような阻害物質による酵素反応の阻害を競争的阻害という。

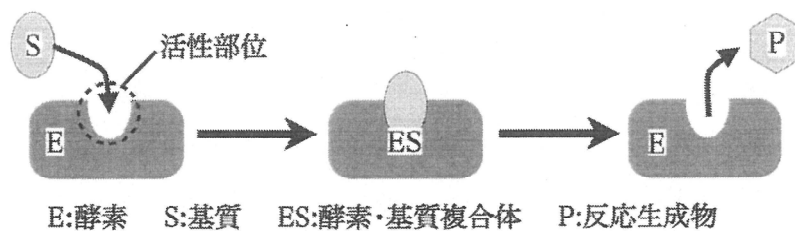


図1 酵素反応

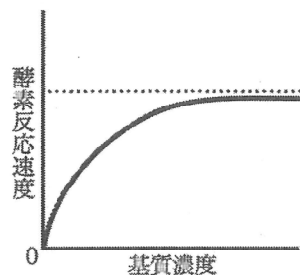


図2 基質濃度と酵素反応速度の関係

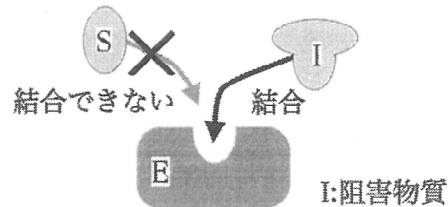


図3 競争的阻害

問1 下線部①に関して、阻害物質が一定濃度存在する場合、基質濃度と酵素反応速度の関係を示したグラフを書きなさい。また、そのように考えた理由を説明しなさい。

問2 酵素反応の阻害には、阻害物質が酵素の活性部位以外の部分に結合する非競争的阻害とよばれるものもある。非競争的阻害における基質濃度と酵素反応速度の関係を示したグラフを書きなさい。また、そのように考えた理由を説明しなさい。

文章2 代謝では、通常、複数の酵素反応が連続しており、ある反応でできた物質が次の反応の基質となる。こうした連続反応では、最終産物が初期の反応に作用する酵素に働いて、反応系全体の進行を調節することがある。これを ア 調節という。この調節には②アロステリック酵素が関係していることが多い。

問3 文中の ア に適切な語句を記入しなさい。

問4 下線部②に関して、複数の連続する酵素反応において、アロステリック酵素によって、最終産物の量が多くなりすぎないように調節されるしくみを説明しなさい。

問題3 次の文章1と2を読んで、問1～問5に答えなさい。（配点100点）

文章1 被子植物の花では、おしべの の中で花粉がつくられ、めしべの子房内にある胚珠内で胚のうが形成される。花がつぼみのとき、 の中にある花粉母細胞が減数分裂によって、花粉四分子の4個の細胞になる。①開花が近くなると、それぞれの花粉四分子細胞は不均等な細胞分裂を1回おこなって、花粉管細胞と雄原細胞に分かれ、やがて成熟した花粉となる。一方、胚珠の中にある②1個の胚のう母細胞が減数分裂することにより、1個の大型の胚のう細胞と3個の小型の細胞を生じる。やがて、3個の小型の細胞は退化し消失するが、胚のう細胞の核は連続して3回の核分裂をおこなって8個の核をもつ胚のうとなる。成熟した胚のうでは8個の核のうち6個のまわりが細胞膜で仕切られ、1個の卵細胞とその両脇の2個の助細胞、卵細胞の反対側に位置する3個の 細胞が生じる。花粉はめしべの柱頭につくと、発芽して花粉管を生じ、花粉管内で雄原細胞が分裂して2個の精細胞を生じる。花粉管は伸長しながら胚珠に達すると助細胞の線形装置という細胞壁構造を經由して、助細胞の1つを破壊することで胚のう内へ進入する（図1）。花粉管から放出された1個の精細胞の核は、卵細胞の核と融合し、受精卵の核となる。もう1個の精細胞の核は中央細胞の2個の極核と融合し、 細胞の核となる。このような受精の様式は 受精とよばれ、被子植物に特有な現象である。

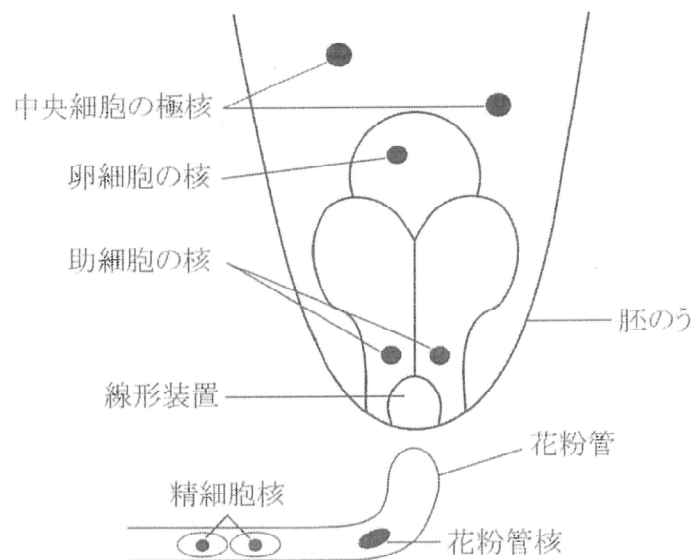


図1 胚のうと花粉管の伸長

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①に関して、不均等な細胞分裂によって生じた小さな雄原細胞が、もう一方の大きな花粉管細胞の中に取り込まれ、成熟した花粉となる。花粉管細胞の中に雄原細胞が取り込まれるしくみについて、あなたの考えを説明しなさい。

問3 下線部②に関して、胚のう母細胞が不均等な細胞分裂をおこなうことで、大きさの異なる細胞が生じる利点について、あなたの考えを説明しなさい。

文章2 文章1で示した図1に関して、花粉管はめしべの柱頭を通して、胚のう中の卵細胞に向かって伸長する。多くの観察より花粉管を卵細胞に引き寄せる何らかの誘引物質の存在が予想された。そこで、胚のう内のどの細胞が誘引物質を作り出し、花粉管を胚のうへと誘引しているのかを明らかにするために、以下の実験がおこなわれた。

実験 胚のうが胚珠組織の外に裸出しているために、生きたまま受精を観察でき、実験操作が容易なトレニアを用いた。受粉しためしべの柱頭を切り取り、寒天培地の上に置いて花粉管を伸長させた。一方、胚のうを構成している細胞を紫外線レーザーで破壊した後、胚のうを花粉管の近くの寒天培地の上に置いて、伸長する花粉管の胚のうへの誘引頻度を調べた。その結果を表1に示した。

表1 胚のう中の細胞の有無と胚のうへの花粉管の誘引頻度

胚のうの状態	各細胞の状態 (○破壊せず, ×破壊した)				誘引された花粉管の割合
	卵細胞	中央細胞	助細胞	助細胞	
完全な胚のう (破壊なし)	○	○	○	○	48/49
1つの細胞を破壊	×	○	○	○	35/37
	○	×	○	○	10/10
	○	○	×	○	35/49
2つの細胞を破壊	×	×	○	○	13/14
	○	×	○	×	11/18
	○	×	×	○	10/14
	○	○	×	×	0/77
3つの細胞を破壊	×	×	×	○	5/8
	○	×	×	×	0/20
	×	○	×	×	0/18
4つのすべての細胞を破壊	×	×	×	×	0/79

問4 表1の実験結果をもとに、花粉管の誘引に働いている細胞の名称を答え、そのように考えた理由を説明しなさい。

問5 花粉管を卵細胞に引き寄せる誘引物質がタンパク質であると仮定した場合、それを明らかにするためにはどのような実験をおこなえばよいか、その実験手順を説明しなさい。