

平成 22 年度学力検査問題

理 科

	ページ	ページ	(解答用紙枚数)
物 理	1	～ 9	2 枚
化 学	10	～ 21	3 枚
生 物	22	～ 37	2 枚

○志望学部別、科目選択方法及び解答時間

志望学部	科 目 選 択 方 法	解答時間
医 学 部	物理，化学，生物から 2 科目選択すること。	2 時間 30 分
工 学 部	物理，化学から 1 科目選択すること。 ただし，第 1・第 2 志望にかかわらず電気電子工学科 を志望する場合は，物理を選択すること。	1 時間 30 分
生物資源学部	物理，化学，生物から 1 科目選択すること。	1 時間 30 分

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計 4 箇所，化学の場合は計 6 箇所，生物の場合は計 4 箇所)に，忘れずに本学の受験番号を記入すること。
6. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

生 物

1 次の〔A〕, 〔B〕および〔C〕の文章を読み, 問 1 ～問 6 に答えよ。

〔A〕 細胞を包む細胞膜は細胞内部の構造と機能を保ち, 細胞内と外を異なる環境に維持する役割を担っている。細胞膜の構造の特徴は脂質 1 であり, 細胞膜を貫通するタンパク質が種々の物質の輸送を担っている。細胞内外でナトリウムイオンとカリウムイオンの濃度差を生み出しているタンパク質複合体を 2 という。このタンパク質複合体が働く時には ATP のエネルギーが使用される。細胞は ATP を合成するため, 好気呼吸を行っている。好気呼吸には 3 段階あり, 解糖系は細胞内の 3 に存在し, 4 回路と 5 系はミトコンドリアに存在する。解糖系では 1 分子のグルコースから 6 分子の ATP ができる。

問 1 本文中の 1 ～ 6 に適切な語を入れよ。

問 2 赤血球の ATP 合成は解糖系だけから成り立っているが, その利点を 20 字以内で述べよ。

〔B〕 0.1 から 0.9 % 濃度の各滅菌食塩水に, 凝固しない処理をした新鮮血液を 100 分の 1 量加え, 30 分室温に放置した。その後, 遠心分離し, 上清の吸光度を測定した値をもとに図 1 を作図した。0.1 % の時の値を 100 とし, 各食塩水濃度における比率(相対値)を表している。吸光度は, 特定の波長の光に対して, 物質が光を吸収する度合いである。吸光度の値は溶液中のタンパク質の量に比例し, タンパク質が多いほど高い値となる。

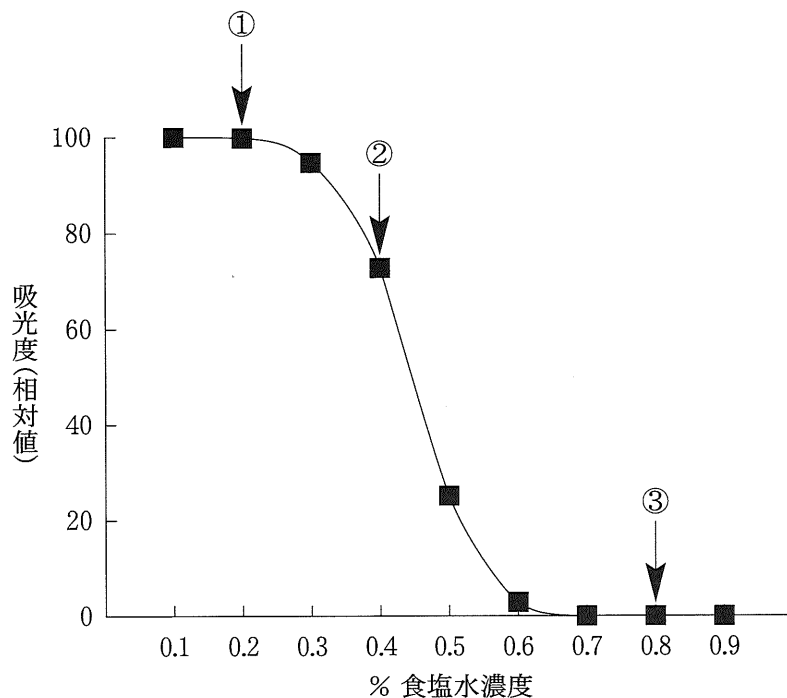


図 1

問 3 図 1 の 0.2 % から 0.6 % の間で起こっている現象を何と呼ぶか記せ。

〔C〕 次に図 1 の①, ②, ③における, 遠心分離後の沈殿物を等張の緩衝液に再び懸濁(液体中に粒子が分散した状態)し, 少量の大腸菌と試験管内でまぜ, 37℃で1時間保温した。その後, 試験管内の液体の 100 倍量の蒸留水を加えて攪拌した。次に試験管内の液体を少量取り, 平板寒天培地上に塗り広げた。それらを 37℃で24時間培養し, 生育した大腸菌のコロニー数を数えた。なお, 緩衝液は血球の機能を阻害せず, 大腸菌の生存や増殖には影響を与えない。それぞれの沈殿物は同じように処理されている。器具, 溶液や培地は適切に滅菌してある。

問 4 〔C〕の文中の一連の操作は, 血液に含まれるどの血球の, 何という働きを評価しているものか。

問 5 [C]の文中にある、下線の操作をする理由を 40 字以内で述べよ。

図 2 は沈殿物を加えない時の寒天培地に生育する大腸菌コロニー数を 100 と
して、図 1 の①、②、③の沈殿物を加えた時のコロニー数を相対的に表してい
る。

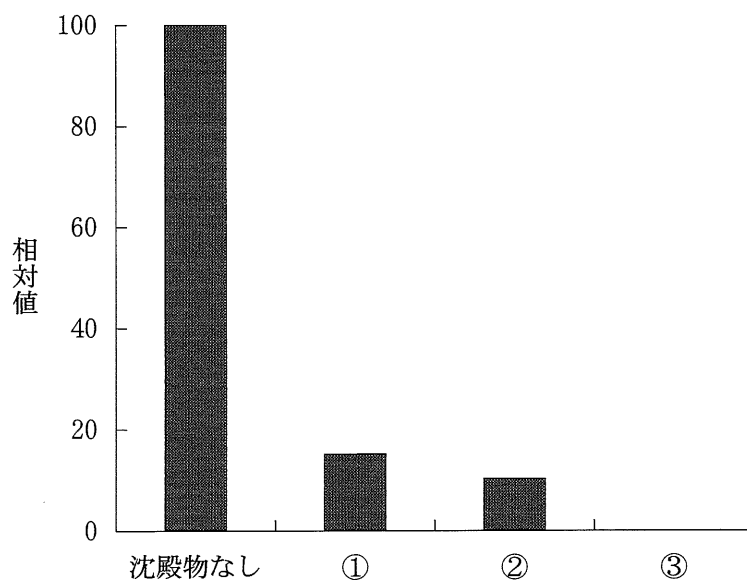


図 2

問 6 図 2 で、①、②の相対値が図 1 の時と同じ値になっていない理由を 30 字
以内で述べよ。

② は次頁につづく

2 次の文章を読み、問 1～問 8 に答えよ。

生物の分類の基本単位は種である。一般に自然環境下では、同じ種の個体間でのみ交配して子孫を残すことができる。いろいろな種を比較すると、ある共通の特徴から、いくつかの種をまとめて分類することができる。このようにして種をまとめたものを 1 といい、さらに 1 をまとめたものを 2 , 2 をまとめたものを目という。

生物の種の名前は 3 で表記される。たとえば、和名のマダコに相当する 3 は *Octopus vulgaris* Cuvier である。種は一定不変のものではない。
(a) ある個体群が地理的に分断されて長い時間が経過すると、分断された個体群の間に、生殖時期や生殖行動のずれ、あるいは生殖器官の構造の違いなどが生じて、
(b) その後交配の機会が訪れても、分断されていた個体群どうしが交配できない関係になってしまうことがある。
さらに、有袋類や中生代のは虫類のように、ある生
(c) 物群がさまざまな異なる環境に直面すると、それぞれの環境に適応した形態や生理的特性をもつようになり、多くの種類に分かれることがある。

時間の経過に伴って生物の形質が遺伝的に変化することを 4 といい、その結果生じた生物のグループ間に認められる類縁関係を系統という。また、このような類縁関係を樹木状に図示したものを系統樹という。多数の形質を共有する生物どうしは、より近い類縁関係にあると考えられるが、類縁関係のない生物
(d) が、特定の形質において類似した特徴を示すことがある。この場合、発生上の起源は異なっても機能や外見が似ている器官のことを 5 器官という。これに対して、機能は異なっても、発生上の起源や基本構造が同じ器官のことを 6 器官という。また、過去には機能していたが、現在では退化して
(e) その機能を失っている器官のことを 7 器官という。

問 1 本文中の 1 ～ 7 に適切な語を入れよ。

問 2 下線部(a)について以下の小問に答えよ。

- (1) この表記法を何というか。
- (2) 種小名に相当する単語はどれか。①～③より適切なものを1つ選び、その番号を記せ。

① *Octopus*

② *vulgaris*

③ Cuvier

問 3 下線部(b)のような現象を何というか。

問 4 下線部(c)のような現象を何というか。

問 5 下線部(d)のような現象を何というか。

問 6 下線部(e)の例として適切な、現生脊椎動物の器官を2つ記せ。

問 7 ヒトの直立二足歩行に関連すると考えられている頭骨の特徴を24字以内で述べよ。

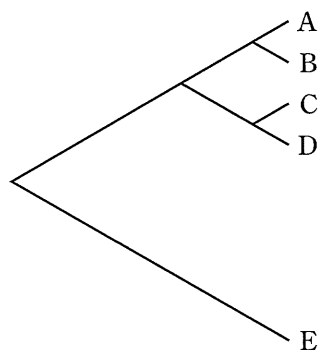
問 8 図1は、5種(A～E)の生物について、ある遺伝子の塩基配列の一部を比較したものである。この遺伝子の系統樹として適切なものを図2から選び、その番号を記せ。

なお、図1の－印は種Aの塩基と同じであることを示す。

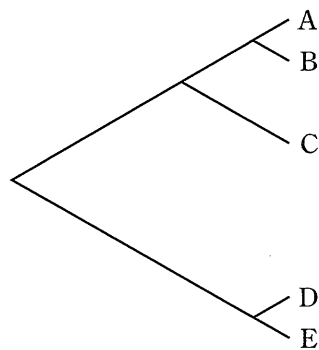
種	塩基配列
A	CACTTGACTGTTCCAGTAACCAGATGTGGT
B	-----A-----A-----
C	----G-----A-A---G---GA----C--
D	-GA-C-CA-T-A-A---GG--CTC-A-ACA
E	-GA-C-CA-T-ATAT--GG--CTC-A-ACA

図 1

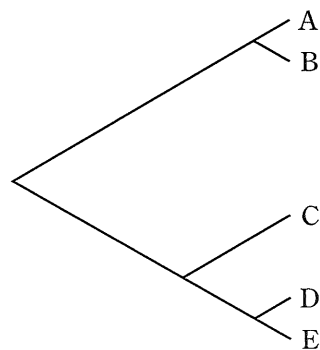
(1)



(2)



(3)



(4)

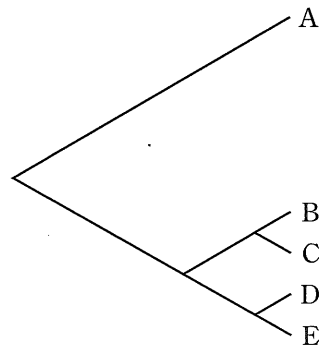


図 2

③は次頁につづく

3 次の文章を読み、問 1～問 2 に答えよ。

生物が遺伝情報にしたがってタンパク質を生合成するとき、DNA として存在する遺伝情報を [1] と呼ばれる分子に写しとる過程からはじまる。この過程を [2] という。このとき、[3] という酵素が [1] の合成を行う。真核生物の遺伝子では、遺伝情報をもつ DNA 部分が、情報をもたない DNA 部分にへだてられて存在している。このような情報をもつ DNA 部分を [4] ，情報をもたない部分を [5] という。このような遺伝子の場合、[2] された後、[1] のうち [5] を [2] した部分が取り除かれる。この過程は [6] と呼ばれ、細胞内の核で行われる。この [5] の部分を取り除かれた [1] が、核から細胞質へ運ばれ、タンパク質を合成するために使用される。真核生物で遺伝子の [2] が始まるとき、最初に [7] が、DNA 上のプロモーターと呼ばれる配列の部分に結合し、次に [3] が結合し、[2] が開始する。

細胞質に運ばれた [1] に、リボソームが結合してタンパク質の合成が始まる。このタンパク質の合成過程を [8] という。この過程では、リボソーム内にアミノ酸を運ぶ [9] と呼ばれる分子が働く。[9] 分子で、[1] と塩基対合を行う部分を [10] という。この塩基対合により、DNA 上の塩基配列情報がアミノ酸の配列情報へと正しく変換される。

問 1 本文中の [1] ～ [10] に適切な語を入れよ。

問 2 図 1 は、大腸菌をブドウ糖と乳糖を入れた培地で培養したときのブドウ糖と乳糖の培地中の濃度を示している。以下の(1)～(5)の小問に答えよ。

- (1) この結果から、大腸菌はブドウ糖と乳糖のどちらを利用しやすいといえるかを記せ。
- (2) 大腸菌が乳糖を分解できるようになる原因として、次のうち正しいものを選び、その番号を記せ。

- ① 調節タンパク質(リプレッサー)が DNA に結合し、乳糖分解酵素遺伝子が発現したから。
 - ② 調節タンパク質(リプレッサー)と乳糖が結合して、DNA に結合し、乳糖分解酵素遺伝子が発現したから。
 - ③ 調節タンパク質(リプレッサー)と乳糖が結合して、DNA から離れ、乳糖分解酵素遺伝子が発現したから。
 - ④ 調節タンパク質(リプレッサー)に結合していた乳糖が遊離して、調節タンパク質(リプレッサー)が DNA から離れ、乳糖分解酵素遺伝子が発現したから。
- (3) このような大腸菌の調節タンパク質(リプレッサー)の結合する DNA 領域を何と呼ぶか記せ。
- (4) ブドウ糖と乳糖をそれぞれ別に入れて培養したときの大腸菌の成長曲線を図 2 に示した。ブドウ糖と乳糖の両方を加えたときの成長曲線を記せ。

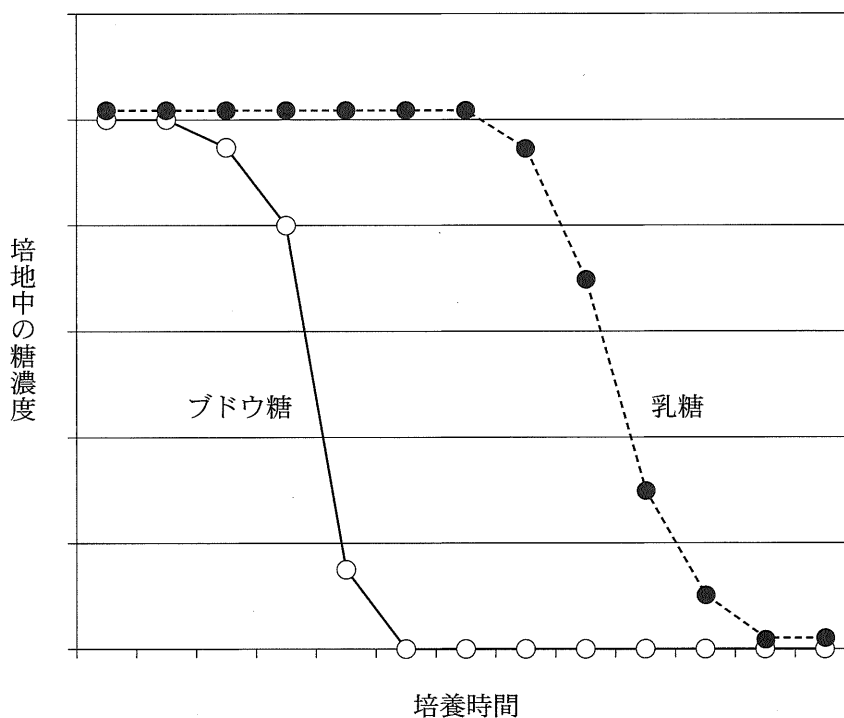


図 1 大腸菌を培養したときの培地中のブドウ糖(○)と乳糖(●)の量

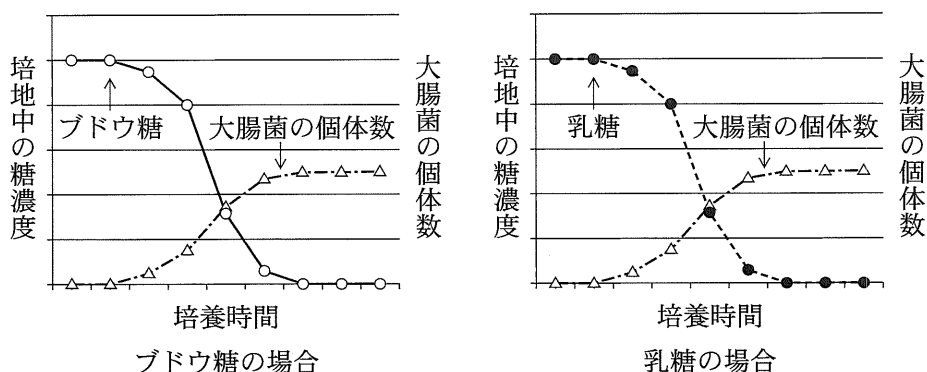


図2 ブドウ糖(○)と乳糖(●)のそれぞれを培地に添加したときの大腸菌(△)の個体数と糖濃度

(5) 同様な実験で培地中のトリプトファンが減少すると、大腸菌はトリプトファンを合成する。この原因として次のうち正しいものはどれか。正しいものを選びその番号を記せ。

- ① 調節タンパク質(リプレッサー)がDNAに結合し、トリプトファン合成酵素が発現したから。
- ② 調節タンパク質(リプレッサー)とトリプトファンが結合して、DNAに結合し、トリプトファン合成酵素が発現したから。
- ③ 調節タンパク質(リプレッサー)とトリプトファンが結合して、DNAから離れ、トリプトファン合成酵素が発現したから。
- ④ 調節タンパク質(リプレッサー)に結合していたトリプトファンが遊離して、調節タンパク質(リプレッサー)がDNAから離れ、トリプトファン合成酵素が発現したから。

④ は次頁につづく

4 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

多細胞生物を構成する細胞は真核細胞であり、細胞内に核を持っている。核は [1] で包まれ、核内部には染色体と [2] がある。植物細胞と動物細胞には構造上の違いがあるため、植物細胞を高張液に入れると、細胞全体の形は大きく変化しないが、動物の赤血球を高張液に入れると細胞の収縮がおきる。また、植物細胞と動物細胞の細胞質にはさまざまな [3] が含まれている。[3] のうちミトコンドリアと葉緑体は、進化の過程で原核生物が真核細胞内に取りこまれたものと考えられている。また、葉緑体は [4] を行い、ゴルジ体は [5] に深く関わっている。

動物細胞では細胞分裂 [6] 期に中心体が複製される。動物細胞、植物細胞ともに DNA の複製は細胞周期の [7] 期におきる。核膜が消失するのは [8] 期で、染色体は次第に太く短くなる。中期になると紡錘体が完成し染色体は赤道面に並ぶ。紡錘糸は染色体の [9] に付着している。染色体が分裂した後、引き続いて細胞質が分裂する。動物細胞では細胞質がくびれるように分割され、植物細胞では [10] とよばれる構造によって細胞質が分割される。

問 1 本文中の [1] ～ [10] に適切な語を入れよ。

問 2 下線部(a)のような違いが生じるのはなぜか。高張液に植物細胞と動物の赤血球を浸漬したときにおきる現象を、細胞の構造上の違いから 95 字以内で説明せよ。

問 3 下線部(b)に関して以下の小問に答えよ。

- (1) この考え方を提唱した人は誰か。
- (2) この考え方を何と呼ぶか。
- (3) この考え方は現在広く受け入れられているが、その根拠を 30 字以内で記せ。

⑤ は次頁につづく

5 次の〔A〕および〔B〕の文章を読み、問1～問6に答えよ。

〔A〕 エンドウの形質を実験的に観察することでメンデルが発見した「遺伝の法則」には大きく分けて 1 , 2 , 3 の3つがある。

1 は、通常対になっている遺伝子が減数分裂の過程で分かれて別々の配偶子に入ることをいい、2 は、異なる形質を支配するそれぞれの対立遺伝子は互いに影響し合うことなく配偶子に入ることをいう。3 は、対立遺伝子に働きの上で優劣があることである。しかし実際には上記の3つの法則のうち 2 は2つの遺伝子座が同じ 4 の上で近接している場合は成立しないし、3 も成立しない場合がしばしばある。

集団が十分に大きく、外部から隔離され、雌雄による任意交配(繁殖に関わる個体はいずれも等しい確率で他個体と有性生殖すること)が行われ、さらに 5 や自然選択が無いという理想的な条件下ならハーディー・ワインベルグの法則が成立する。このような集団をメンデル集団という。

メンデルの時代には遺伝現象は単純な数式で表せないと考えられており、彼の発表した論文の価値はその生存中に正しく評価されることはなかった。1900年になって、コレンス、チエルマク、6 の3人が彼の業績を再発見した。これを、ショウジョウバエの 5 をうまく利用してより深く理解することに成功したのは 7 である。7 の名は、4 地図上で遺伝子間の距離を表す単位として残っている。

問1 本文中の 1 ～ 7 に適切な語を入れよ。

問2 下線部で述べられている現象を何というか。

問3 メンデル集団を作ったと仮定して、最初に人為的に作った世代では、ある遺伝子座の遺伝子型の頻度が $XX : Xx : xx = 10 : 4 : 1$ であるとする、次の世代では遺伝子型の分離比はどのようになるか。すべて整数になるようにして記せ。また、その次の世代ではどのようになるか。同様に分離比を記せ。

〔B〕 ある遺伝子座は不完全優性を示す対立遺伝子 A と a より成っているものとする。 A が優性である。この遺伝子座の劣性ホモ個体は、正常な出生の後、繁殖直前にすべて死亡する。一方ヘテロの個体の半数は繁殖直前に死亡し、残りの半数は優性ホモ個体と同様に繁殖を行う。

問 4 この集団で、ある世代(これを第 1 世代とする)の出生直後の遺伝子型の分離比が $AA : Aa : aa = 100 : 20 : 1$ であったとする。繁殖に関わる個体はいずれも等しい確率で他個体と有性生殖すると仮定すると、第 2, 第 3 世代の出生直後の遺伝子型の分離比はどのようにになるか。上記と同様にそれぞれが整数になるように記せ。

問 5 この集団の第 i 世代での出生直後の遺伝子 a の頻度に対する A の頻度の比を $A : a = x_i : 1$ と表現すると、 x_n は x_{n-1} を用いてどのように表現されるか。

問 6 x_n は x_1 を用いてどのように表現されるか。