

平成 31 年 度 (後期)

理 科

2 科目選択 時間 120 分

問 題 物 理 ページ：1～2

化 学 ページ：3～4

生 物 ページ：5～7

解答用紙 物理, 化学, 生物 各1枚

- 注 意
1. この中には上記の物が入っている。試験開始後確認すること。
 2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号を記入すること。
 3. 出願のときの選択に従って 2 科目について解答すること。
 4. 試験終了時に、3 科目すべての解答用紙を回収する。

生 物 (全3の1)

1 ヒトの体には食物を取り込み、消化吸収する機能がある。口腔内では、歯や舌による噛み砕きなどの物理的消化に加えて、唾液腺からの唾液分泌による化学的消化も行われる。食物は口腔から咽頭を通過し、胸部では(1)を経て、横隔膜を貫き、腹部に入り、(2)に入る。その後、(3)から(4)を経て肛門に至る。(3)の一部である十二指腸には膵臓からの膵液と、(5)でつくられる胆汁が流入する。(2)、(3)、(4)の臓器で吸収された物質は(6)という静脈を通過し、(5)に運ばれ、様々な代謝を受ける。

問 1 上の文中の(1)～(6)に入る臓器または血管の名称を答えよ。

問 2 唾液に含まれる消化酵素の説明のうちで適切なものを、下の(a)～(f)の中から全て選び、記号で答えよ。

- (a) 主にタンパク質を消化する (b) 主に脂肪を消化する (c) 主に炭水化物を消化する
(d) 主に強酸性で作用する (e) 主に中性で作用する (f) 主に強アルカリ性で作用する

問 3 (1)の臓器が食物を運搬する運動を何とよぶか、答えよ。

問 4 (2)の臓器で分泌される消化酵素の最適 pH の値として最も適切なものを、下の(a)～(f)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (a) pH 1～3 (b) pH 4～5 (c) pH 6～6.5 (d) pH 6.5～7.5 (e) pH 7.5～9 (f) pH 10～12

問 5 (2)の消化酵素を分泌する細胞の特徴で正しいものを、下の(a)～(f)の中から全て選び、記号で答えよ。

- (a) 多核細胞である (b) 粗面小胞体に富む (c) 滑面小胞体に富む
(d) ミトコンドリアに富む (e) 分泌顆粒に富む (f) 繊毛に富む

問 6 (1)～(4)の臓器のうち、水分を最も多く吸収するのはどこか、番号で答えよ。

問 7 (1)～(4)の臓器のうち、アミノ酸を最も多く吸収するのはどこか、番号で答えよ。

問 8 (2)の臓器は消化酵素以外にホルモンも分泌する。以下の(a)～(g)の文章について、(2)から出る消化酵素のみにあてはまるものには A を、(2)から出るホルモンのみにあてはまるものには B を、両者に共通してあてはまるものには C を解答欄に記入せよ。

- (a) アミノ酸がつながってできている
(b) 特定の物質を分解する
(c) 受容体を持つ
(d) (2)の臓器の管腔内に分泌される
(e) (2)の臓器の周囲の毛細血管に分泌される
(f) (2)の臓器に食べ物が入ることにより分泌が促進される

生 物 (全3の2)

2 タンパク質は多数のアミノ酸がペプチド結合で鎖状につながった分子で、タンパク質を構成するアミノ酸の基本構造は、1つの炭素原子Cにアミノ基(-NH₂)、カルボキシ基(-COOH)、水素原子(-H)、側鎖(-R)が結合したものである。多数のアミノ酸が結合したポリペプチド鎖のアミノ酸配列を一次構造とよび、ポリペプチド鎖の離れた位置にあるアミノ酸どうしが結合してタンパク質の二次構造や三次構造などの立体構造が形成される。タンパク質は、生体内における物質の輸送、細胞間の情報伝達、細胞の運動、免疫など多様な機能に関わっている。また、生体内では生命現象を支える多くの化学反応が進行しているが、これらの反応を円滑に進行させているのは酵素とよばれるタンパク質である。

酵素は生体内で触媒として基質を生成物に変化させる反応を繰り返している。酵素反応は化学反応なので温度の上昇とともに反応速度は高まるが、多くの酵素では40℃を超えるあたりからタンパク質の立体構造が変化し、反応速度は急激に低下して失活する。一方、バイオテクノロジーで使われるPCR法は、酵素や鋳型DNAを含む混合液を、①約94℃で加熱、②約55℃で冷却、③約72℃で加熱、の①~③を30回ほど繰り返すことで目的DNAを増幅する技術である。

問1 下線部(a)に関して、2つのアミノ酸が結合している状態を、構造式を用いて、アミノ基、カルボキシ基、水素原子、ペプチド結合を解答欄の破線内に図示せよ。

問2 下線部(b)に寄与する結合名を2つ答えよ。

問3 下線部(c)に関して、酵素が存在しない場合と比べて、酵素が存在する場合は化学反応の活性化エネルギーはどのようになるか図示せよ。ただしXは反応前の状態、Yは反応後の状態を表している。

問4 下線部(c)に関して、化学反応前後で、酵素自身の状態を比べるとどうなるか。

問5 下線部(d)に関して、①の目的とその際に切断される塩基間の結合名を答えよ。

問6 下線部(d)に関して、反応の最初に加えるだけでいい酵素の名称と、PCR法の実用化には欠かせない酵素の特徴、およびこのような特徴をもつ酵素を産生する生物を何とよぶか答えよ。

3 個体群の大きさを測るために、動かない生物の個体群に対して用いられる方法と、動きが激しく見つけにくい動物に対して用いられる方法がある。

ある地域の隣りあう2つの畑地Aと畑地Bで、ハタネズミの生息調査をした。これらの2つの畑地はハタネズミの移動がないように、互いに完全に仕切られている。畑地Aと畑地Bに捕獲のわなをしかけて、2つの畑地からそれぞれ同数のn匹を捕獲した。これらの個体全部に標識をつけて、それぞれもとの畑地に放した。その後、再度わなをしかけ、どちらからもs匹を捕獲した。すると、そのうち、それぞれ、 m_1 匹と m_2 匹が標識個体だった。

捕獲したs匹をそれぞれの畑地に返した直後、2つの畑地はつながりハタネズミが自由に行き来できる状況となった。その直後、再度全体からs個体を捕獲したとき、標識がついていた個体数をmとする。ただし、この時、畑地全体でハタネズミの個体は十分に混ざりあっているとす。

問1 下線部(a)の方法は何とよばれるか。

問2 下線部(b)の方法は何とよばれるか。

問3 2つの畑地間を自由に行き来できる以前、畑地AとBに棲んでいたハタネズミの個体数をそれぞれ推定せよ。

問4 下線部(c)の、期待されるmを m_1 と m_2 を用いて表せ。

問5 付けた標識が一部の個体で消えていた場合、問3で求めた個体数の推定値はどのように評価されるか。下記の3つから選び、記号で答えよ。

(a) 過大評価となる

(b) 変わらない

(c) 過小評価となる

生 物 (全3の3)

4 動物のからだ形成される過程では、発生の各段階に応じてさまざまな遺伝子が胚の特定の領域で発現する。ショウジョウバエの初期発生段階では、受精後、核分裂だけが進行し1つの細胞内に多数の核がある多核体とよばれる状態が続き、その後、卵の表層部の約5000個の核の周囲に細胞膜が形成されて表面が1層の細胞から成る(1)が形成される。

ショウジョウバエの胚発生においてからだの前後軸を決定するピコイド遺伝子やナノス遺伝子の mRNA は、卵形成中にあらかじめ合成されて卵内の特定の位置に局在して蓄積されており、このような遺伝子は(2)とよばれる。受精後、これらの遺伝子の mRNA が(3)されてタンパク質がつくられると拡散がおこってタンパク質の濃度勾配が生じる。この濃度勾配が卵内の相対的な位置情報となり、胚の各々の核においてギャップ遺伝子、ヘアルール遺伝子、セグメント・ポラリティー遺伝子といった分節遺伝子の発現が制御されて、ショウジョウバエ胚に(4)が形成される。その後、ホメオティック遺伝子群がはたらき、各々の(4)に特有の構造が形成される。

ショウジョウバエの一群のホメオティック遺伝子は1本の染色体上に並んでいることが知られている。旧口動物であるショウジョウバエのホメオティック遺伝子と相同な遺伝子として、新口動物においては Hox 遺伝子が見いだされ、器官形成において重要なはたらきをしていることが分かってきた。脊椎動物と進化上近い関係にあるナメクジウオの一群の Hox 遺伝子も1本の染色体上に並んでいるが、脊椎動物であるヤツメウナギやマウスやヒトでは、Hox 遺伝子は4本の染色体上にそれぞれほぼ同様の並びで存在している。脊椎動物において Hox 遺伝子が4本の染色体に存在することは、脊椎動物の進化の初期に、全ゲノム重複とよばれるゲノム全体が倍加する現象が2回生じたことによると考えられている。

問1 文中の(1)~(4)に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a)について、一群のホメオティック遺伝子の染色体上における並び方と、(4)との間にはどのような関係がみられるか、簡潔に述べよ。

問3 下線部(b)に関して、新口動物であるのはどれか、以下の語群の中から選び、記号で答えよ。

(ア) 環形動物 (イ) 棘皮動物 (ウ) 線形動物 (エ) 軟体動物 (オ) 扁形動物

問4 下線部(c)について、ナメクジウオは脊椎動物とは異なる動物分類群に分類される。その名称を答えよ。また、ナメクジウオと脊椎動物が胚発生時に共通にもっており、胚体を支持する構造は何か、答えよ。

問5 下線部(d)について、原始的な脊椎動物であるヤツメウナギは、魚類やマウスやヒトなどに共通にみられるからだの構造をもたないが、それは何か答えよ。