

平成 25 年度入学試験問題

医 学 科 (前 期)

理 科

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～ 8 ページ
化 学	9 ページ～14 ページ
生 物	15 ページ～20 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

(注 意)

1. 問題冊子及び解答冊子は試験開始の合図があるまで開かないでください。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には受験番号も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。
4. 選択した科目の解答冊子の選択科目確認欄に正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
5. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
6. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の所定の欄に記入してください。
7. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
8. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
9. 試験時間は 120 分です。
10. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
11. 問題冊子は持ち帰ってかまいません。

生 物

1. 生物は全部で4問題あり、合計6ページあります。
2. 全ての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ合計4ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。

1 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。

変態は発生における劇的な変化である。オタマジャクシが10日足らずで全く形の違うカエルになることは古来不思議な現象と考えられてきた。今から約100年前、アメリカのグーデルナツチ Gudernatsch はオタマジャクシに様々な動物の組織を食べさせる実験を行い、ヒツジなどの甲状腺を食べたオタマジャクシの変態が促進されることを発見した。その後、変態を促進する物質は甲状腺が分泌するホルモンのチロキシンであることが明らかにされた。チロキシンはアミノ酸のチロシンが2分子縮合し、それにヨウ素が結合した形をしている。オタマジャクシが変態するとき、外見だけでなく、体内でも大きな改造が行なわれる。たとえば消化管ではオタマジャクシは長い腸を持ち、胃ははっきりしないが、変態後の腸はオタマジャクシのときの $1/10$ 程に短くなり、胃は大きく壁も厚くなる。体の大改造には多くのエネルギーが必要^(a)なはずだが、変態中は餌を食べず、しかも活動は活発^(b)のままである。おなじ両生類のイモリやサンショウウオも変態をするが、消化管がこれほど変わることはなく、尾もなくなる。一部のサンショウウオの仲間では成熟に変態は必要がなく、水中に留まって幼生形のまま生殖する。

問1 変態に先立って脳下垂体を除去するとどうなるか、理由とともに80字以内で答えなさい。

問2 下線部(a)：この消化管の変化はオタマジャクシとカエルのどのような違いに関連しているか、100字以内で説明しなさい。

問3 下線部(b)：変態の時どのようにしてエネルギーを調達しているのか、80字以内で説明しなさい。

問4 甲状腺はヒトでも重要な内分泌器官である。ヒトではチロキシンがどのような作用をしているのか、60字以内で説明しなさい。

問5 チロキシンの受容体は作用を受ける細胞のどこにあるか答えなさい。

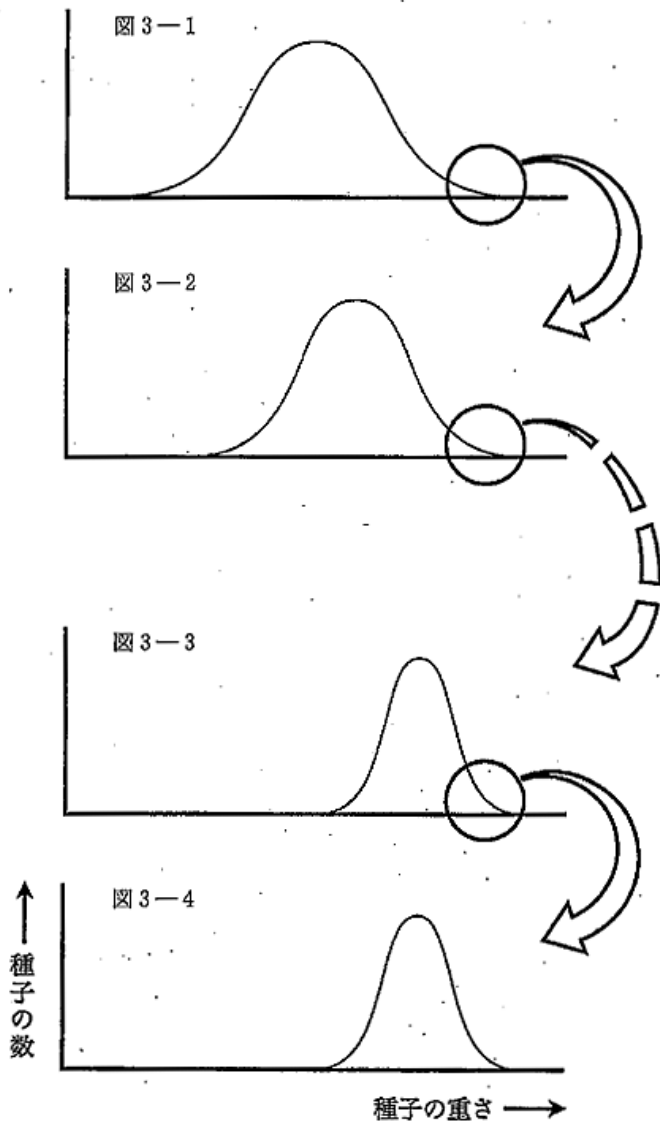
2 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。

人体のような多細胞動物を構成する細胞には、血球のようにばらばらで存在している細胞もあるが、互いに接着している細胞もある。接着している細胞同士は何らかの分子でつながっているはずだ。接着している細胞も、トリプシンを作用させるとばらばらにできる。しかしそれをカルシウムイオンを含んだ培養液で培養すると、再び細胞が集合してかたまりをつくる。1970年代に米国に留学した竹市雅俊は、日本で行なっていたこの実験がなぜか米国ではうまくいかず、細胞がばらばらのままであることを不思議に思った。そこで米国で使用されているトリプシン溶液の組成を日本で使われているものと比べたところ、日本では含まれていないEDTA(エチレンジアミン四酢酸)が入っていることに気づいた。EDTAは二価陽イオンと結合して化合物をつくるため、溶液内の二価陽イオンを除去してしまう。EDTAを加えるか否かで、なぜこのような違いがおきるのだろうか。竹市は、ここに注目して、研究を進め、ついに細胞をつないでいる分子を特定し、カドヘリンと名づけた。その後カドヘリンには多くの種類があり、同じカドヘリンをもつ細胞同士は接着するが、別のカドヘリンをもつ細胞は接着できないことが明らかにされた。細胞間を結合している分子はカドヘリンの他にもあり、例えばコネクシンという分子は6個が集合してコネクソンとよばれる構造をつくり、細胞膜から突出して隣の細胞のコネクソンにつながって細胞間に小さい通路を形成するため、それを通してイオンや小分子が細胞間を直接移動できる。これはギャップ結合とよばれ、腸の上皮細胞、心筋細胞、平滑筋細胞などにみられる。

- 問1 下線部(a)：ばらばらで存在している細胞には血球のほかにも人体ではどのようなものがあるか、2種あげなさい。
- 問2 下線部(b)：人体内でトリプシンの前駆物質が産生される場所、トリプシンが作用する場所、具体的な作用を答えなさい。
- 問3 下線部(c)：この溶液の違いによっておきる現象から、細胞間をつないでいる分子についてどのようなことが推定されるか、80字以内で説明しなさい。
- 問4 下線部(d)：この性質は多細胞動物の体を構成する上でどのように重要か、80字以内で説明しなさい。
- 問5 下線部(e)：このような通路で細胞質がつながっていることは、細胞の機能上どのような利点をもたらすのか、80字以内で説明しなさい。

3 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。

同じ種の生物でも、その個体間の形質には変異が見られる。ヨハンセン(1903年)は市販のインゲンマメの種子の重さを測定し、その分布を示すグラフ(変異曲線)を作成した(図3-1)。次に、この種子の中から重いもの(図中の○で囲んだ範囲)を選択して育て、自家受精させて種子を得ると、図3-2のように初めより重いものが多くなった。同様に、得られた種子から重いものを選択して自家受精させることを繰り返すと、やがて変異曲線に変化が見られなくなった(図3-3、4)。



- 問 1 図 3—1～4 の中で、図 3—1 の変異が最も大きいのはなぜか。40 字以内で説明しなさい。
- 問 2 下線部(a)：図 3—1 より図 3—2 の方が種子が重くなるのはなぜか。40 字以内で説明しなさい。
- 問 3 下線部(b)：同様の実験を繰り返しても変異曲線に変化がなくなるのはなぜか。40 字以内で説明しなさい。
- 問 4 この実験を行ううえで、自家受精を繰り返すことにはどのような利点があるだろうか。60 字以内で説明しなさい。
- 問 5 図 3—3 で得られた種子から重いものを選択して育てたにもかかわらず、図 3—4 のように得られた種子の重さにそれより大きな変異があるのはなぜか。40 字以内で説明しなさい。

4 次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

タンパク質を構成するアミノ酸は20種類あるが、RNAを構成するヌクレオチドの塩基はアデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種類しかない。核酸はどのようにしてタンパク質のアミノ酸配列の情報をもつことができるのだろうか。ガモフ(1955年)は連続した3つの塩基が1種類のアミノ酸を指定しているというトリプレット説を提唱した。^(a)アミノ酸配列に対応するRNAの塩基配列をはじめて明らかにしたのはニールンバーク(1961年)の実験である。ニールンバークは大腸菌をすり潰したものを材料にしてタンパク質合成系をつくり、そこに人工的に合成したウラシルだけが連続するRNA(UUUUUU…)を加えた。^(b)すると、フェニルアラニンだけが連なったポリペプチドが合成されることがわかった。トリプレット説にしたがえば、伝令RNAのUUUという塩基配列はフェニルアラニンに対応するということになる。コラーナ(1964年)がアデニンとシトシンが交互に連続するRNA(ACACAC…)を使って同様の実験を行ったところ、トレオニンとヒスチジンが交互に並んだポリペプチドが得られた。また、シトシン1個とアデニン2個が交互に連続するRNA(CAACAA…)の場合は、トレオニンのみ、アスパラギンのみ、グルタミンのみの3種類のポリペプチドが得られた。これらの実験結果から、トレオニン、ヒスチジン、アスパラギン、グルタミンに対応するRNAの塩基配列はそれぞれ(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)であると考えられる。

問1 下線部(a)：ガモフがトリプレット説を提唱した根拠を100字以内で説明しなさい。

問2 下線部(b)：大腸菌をすり潰したのものには様々な要素が含まれるが、このタンパク質合成系に入っていることが必要なものと、排除すべきものを列挙しなさい。

問3 (ア)～(エ)にあてはまる塩基配列を答えなさい。複数の可能性が考えられる場合はすべて答えなさい。

問4 コラーナの実験では1種類のRNAから複数の種類のポリペプチドが得られたが、通常の遺伝子発現によって伝令RNAから翻訳される場合は1種類のみであるのはなぜか。60字以内で説明しなさい。