

平成18年度入学試験問題

理 科

(注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 12	18 ～ 20	3
化学Ⅰ・化学Ⅱ	13 ～ 32	21 ～ 27	7
生物Ⅰ・生物Ⅱ	33 ～ 50	28 ～ 33	6
地学Ⅰ・地学Ⅱ	51 ～ 62	34 ～ 38	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 医学部保健学科看護学専攻の配点は、表示されるものの $\frac{2}{5}$ です。

生 物 I · 生 物 II

〔 1 〕 図を参照しながら次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(18 点)

図 1 に示すように、ヒトデの卵割期の胚の細胞に色素を注入して、いろいろな細胞の発生運命を調べた。その結果、幼生の体壁の前半部 $\frac{1}{4}$ は、8 細胞期胚の動物極側の 1 つの細胞に由来することが分かった。図 2 には、図 1 の縦線 a の部分で胚を切断し、幼生の後半部の切り口を前から見た例を、模式的に 4 つ示してある。ここに示されているように、8 細胞期胚の動物極側の 1 つの細胞が前半部のどの辺りの $\frac{1}{4}$ を作るかは、個体ごとに違っていた。また、色素で標識された部分とそうでない部分の境界が背腹を結ぶ正中面(図 2 に点線で示している)に一致するとも限らなかった。

一方、図 3 に示すように、8 細胞期の胚の 1 つの細胞(*をつけてある)を単離して飼育すると、小さいがほぼ正常な幼生が形成された。

問 1. ヒトデは、棘皮(キョクヒ)動物に属する海産の無脊椎動物である。棘皮動物に属するヒトデ以外の動物には何がいるか。1 つ例をあげなさい。

問 2. 文章中の下線を引いた部分の、発生運命を調べるために使われた「色素」がもっていないなければならない性質を 2 つあげなさい。

問 3. 図と文章で示された観察結果から、ヒトデの幼生の正中面が決定される過程について考察した以下の記述の中から、正しいと考えられるものを 1 つ選択し記号で答えなさい。

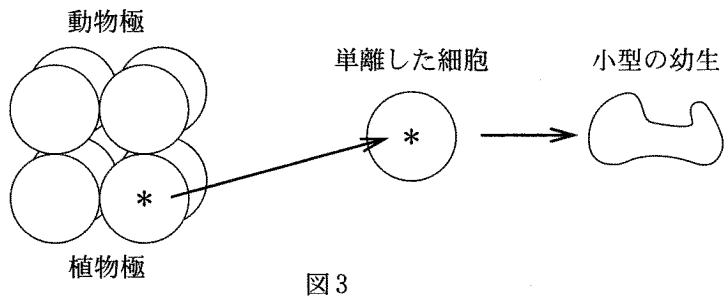
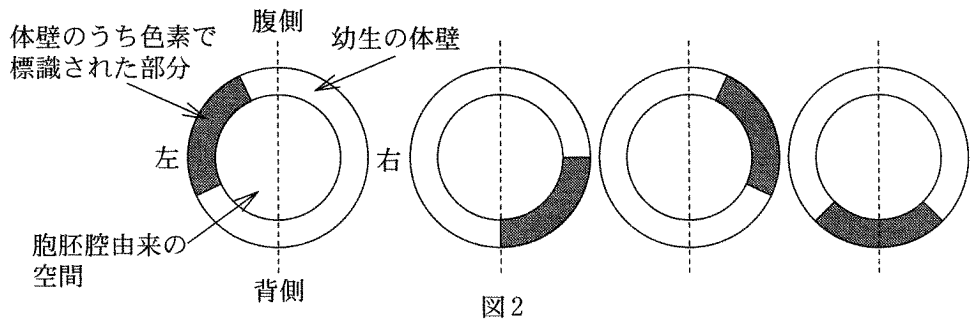
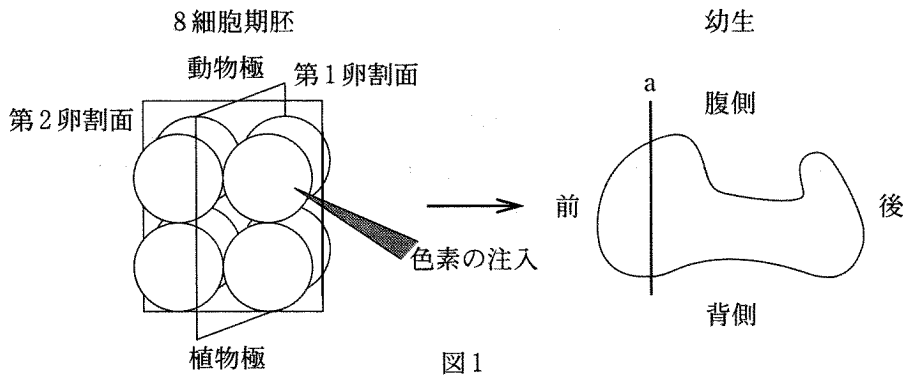
ア) 第一卵割面が幼生の正中面になる場合が多い。

イ) 第二卵割面が幼生の正中面になることはない。

ウ) 8 細胞期胚の時期には、各細胞が幼生の背腹の向きに沿ったどの部分を作るかは決まっている。

エ) 8 細胞期胚の時期には、各細胞が幼生の背腹の向きに沿ったどの部分を作るかはまだ決まっていない。

オ) 8 細胞期胚の時期に、各細胞が幼生の前後・背腹に沿ったどの部分を作るかが決まる。



問 4. 図 3 に示してある 8 細胞期の胚の植物極側の 1 つの細胞(*をつけてある)に色素を注入して、その胚をそのまま発生させると、*の細胞は幼生の時期に体壁の一部も作った。その時、体壁のどのあたりのどれくらいの部分を作ったと考えられるか。20 字以内で答えなさい。

問 5. 図 3 に示された*のついた細胞を単離する実験と最も関連が深いと考えられることがらを以下の記述の中から 1 つ選択し記号で答えなさい。

ア) 動物の分化した細胞の核を、核をのぞいた受精卵に注入して発生させることができる(体細胞クローンの作成)。

イ) 一卵性双生児が生まれることがある。

ウ) 植物は挿し木によってふやすことができる。

エ) イモリ原腸胚の原口背唇部は、他の胚に移植されると第二の胚を誘導する。

オ) クシクラゲやホヤの卵は、モザイク卵の例とされる。

〔2〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(19点)

ヒトのからだは1個の受精卵に由来する約60兆個の細胞からなっている。受精卵は何度となく細胞分裂をくりかえすが、その一方で作られた細胞は次第にその形や機能を変化させ、それぞれ特徴的な4つの組織に分かれていく。それら組織のいくつかが合わさって器官となり、^①複数の器官が器官系として統合される。ヒトのからだにはいくつもの器官系があり、それぞれ生存に必要な役割を担っている。たとえば、循環系は血液、リンパ液、組織液などの体液を循環させ、体液がからだを構成するほとんどの細胞と接触することを可能にしている。そのことは体液が細胞にとっての内部環境に相当することを意味しており、したがって体液の物理・化学的状態はふつうあまり大きく変わらないように調節されている。

内部環境を一定にする調節機構のひとつに〔1〕による調節が知られている。これは、調節されるものが調節するものに働きかけることによって内部環境の変動を一定範囲内に保つ機構である。たとえば、血液中のチロキシンの量が少なくなると、この情報は間脳の視床下部や脳下垂体前葉に対して、それぞれ〔2〕や〔3〕の分泌を促進するように働く。そのためチロキシンの分泌量が増加してくる。逆に血液中のチロキシンが多くなると、視床下部や脳下垂体前葉を介してチロキシンの分泌量を減少させるように働く。

一方、動物との単純な比較はできないが、植物においても動物のそれに類似の形や機能が存在する。たとえば、根・茎・葉の区別があり、種子で増える種子植物の維管束系には根で吸収した水や〔4〕の通路となる道管や仮道管、葉でつくられた同化産物の通路となる〔5〕などがみられる。また、成長・伸長・器官分化などを調節するさまざまな植物ホルモンの存在も知られている。

問 1. 下線①の4つの組織とは何か、その名称を答えなさい。また、以下のア)～カ)はどの組織に分類されるか、該当する解答欄に記号を入れなさい。ただし、複数の組織から構成されている場合は、おもな組織によって分類しなさい。

- ア) 表皮 イ) 真皮 ウ) 血液 エ) 心臓
オ) すい臓 カ) 脳下垂体後葉

問 2. 文中の〔 1 〕～〔 5 〕に適切な語句を記入しなさい。

問 3. 種子植物において以下の1)～4)のホルモンのはたらきとして最も適切なものをア)～エ)から選び、記号で答えなさい。

- 1) エチレン
- 2) オーキシシン
- 3) ジベレリン
- 4) アブシシン酸

- ア) 種子や芽の休眠の誘導・維持
イ) 離層形成や果実の成熟の促進
ウ) 茎や根の伸長成長の促進と抑制
エ) 種子の発芽や茎の伸長成長の促進

〔3〕 次の文章を読み、下記の問いに答えなさい。(20点)

ヒトの神経系は脳、脊髄から成る〔1〕と、体の各部と〔1〕との間をつなぐ〔2〕から成っている。〔2〕には感覚神経や運動神経を含む〔3〕と、交感神経や副交感神経から成り、恒常性維持に重要な〔4〕がある。神経系を構成する最小単位は神経細胞である。神経細胞は、核を含む細胞体、信号を受け取る部分である〔5〕、および信号を伝える突起部分である〔6〕から成る。〔6〕のまわりが髄鞘におおわれているとき、これを有髄神経繊維とよび、〔6〕が髄鞘におおわれていないとき、これを無髄神経繊維とよぶ。神経細胞は興奮時、活動電位を発生し、それが〔6〕の末端部分まで伝わる。末端部分には神経伝達物質を含むシナプス小胞が多数存在し、末端部分に興奮が伝わることによって神経伝達物質が〔7〕と呼ばれる狭いすき間に放出される。隣の神経細胞には決まった化学物質だけに結合し、活動電位を発生させる受容体がある。

問 1. 文中の〔1〕～〔7〕に適切な語句を書きなさい。

問 2. カエルの神経筋標本は骨格筋と運動神経で構成されている。運動神経はその末端で筋繊維とシナプスを形成しており、運動神経を電気刺激することによって骨格筋が収縮する。今、化合物 X を含む生理食塩水に神経筋標本を入れ、その運動神経を刺激したところ、筋収縮が起こらなかった。この事実から予測した化合物 X の性質として適切でないものを次の中から1つ選び、その記号を書きなさい。

ア) 化合物 X は運動神経における活動電位の発生を抑制する。

イ) 化合物 X は運動神経末端において、シナプス小胞に含まれるアセチルコリンの量を減少させる。

ウ) 化合物 X は運動神経末端からのアセチルコリンの放出を抑制する。

エ) 化合物 X は筋繊維のアセチルコリン受容体に作用し、受容体とアセチルコリンの結合を阻害する。

オ) 化合物 X は筋繊維のアセチルコリン受容体に作用し，受容体とアセチルコリンの結合を促進する。

問 3. 有髄神経繊維の伝導速度は無髄神経繊維のそれより速いことが知られている。それはなぜか，70 字以内で説明しなさい。

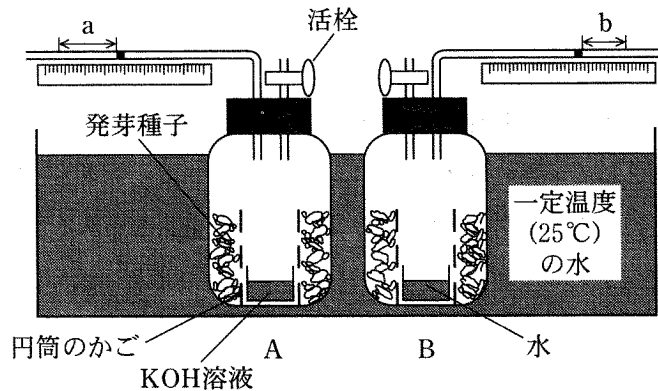
〔4〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(24点)

生物(動物、植物)が呼吸基質(炭水化物、脂肪、タンパク質など)を分解して、生命活動を営むために必要なエネルギーを生成する働きを細胞呼吸(内呼吸)という。細胞呼吸には、分解に酸素を用いない嫌気呼吸と、酸素を用いる好気呼吸がある。嫌気呼吸の例として、酵母菌の〔1〕発酵、乳酸菌の乳酸発酵、筋肉内で起る〔2〕などがある。好気呼吸においては、グルコースが分解される過程で、エネルギーはATPの〔3〕に効率良く貯えられる。

好気呼吸の好気とは酸素を消費することであるが、細胞呼吸において酸素は〔4〕で、水素[H]と反応して〔5〕を生じ、消費される。二酸化炭素は環状の代謝経路である〔6〕で生じ、たとえば、脊椎動物では、血液により呼吸器である〔7〕や〔8〕に運ばれ、呼吸媒質である水や空気に放出される。細胞呼吸で消費される酸素は、水や空気から呼吸器を通して血液に取り込まれる。酸素は血液中で〔9〕というタンパク質と結合して各組織に運ばれ、最終的に細胞に達する。また、植物では表皮にある〔10〕を通してガス交換が行われる。このように生物が外部環境の水や空気から酸素を取り込み、そこに二酸化炭素を出す営みを外呼吸という。

外呼吸において、酸素の吸収速度と二酸化炭素の放出速度との関係から呼吸商が求まる。呼吸商の値は呼吸基質の種類によって異なるので、その値から生物が利用している呼吸基質の種類を推定することができる。

図に示す装置A、Bに円筒のかごを入れ、その外側にヒマワリの発芽種子をそれぞれ80g入れた。次いで、かごの中に、装置Aでは20% KOH 溶液を入れたシャーレを、装置Bでは同量の水を入れたシャーレを入れ、栓をした。装置A、Bを一定温度(この実験では25℃)に保った水の中に入れ、黒色のシートで被い暗黒状態にし、装置内の温度が一定になるまで放置した後、ガラス管(内径が一定)内の着色液の位置を調節し、活栓を閉じた。ガラス管内の着色液が10分間に移動した距離とガラス管の内径から、装置内の気体の体積の減少量aとbを計算したところ、 $a = 3.31 \text{ ml}$ 、 $b = 0.96 \text{ ml}$ であった。なお、各発芽種子の単位重量・単位時間当たりの呼吸量は等しいと仮定する。また、測定中に大気圧は変化しなかったとする。



図

- 問 1. 文章中の〔 1 〕～〔 10 〕に当てはまる適切な語句を解答欄に記入しなさい。
- 問 2. 実験において装置 A に 20 % KOH 溶液を入れるのはなぜか。20 字以内で答えなさい。
- 問 3. 装置 A, B を一定の温度に保ったのはなぜか。60 字以内で答えなさい。
- 問 4. 発芽種子の 25 °C における酸素吸収速度 ($\text{ml O}_2/\text{g} \cdot \text{時}$) はいくらか。小数点以下第 3 位 (小数点以下第 4 位を四捨五入) まで求め、解答欄に記入しなさい。
- 問 5. 発芽種子の 25 °C における二酸化炭素放出速度 ($\text{ml CO}_2/\text{g} \cdot \text{時}$) はいくらか。小数点以下第 3 位 (小数点以下第 4 位を四捨五入) まで求め、解答欄に記入しなさい。
- 問 6. 発芽種子の 25 °C における呼吸商はいくらか。小数点以下第 2 位 (小数点以下第 3 位を四捨五入) まで求め、解答欄に記入しなさい。また、計算した呼吸商の値から、発芽種子が呼吸に使った主な栄養分 (呼吸基質) を推定しなさい。

〔5〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(22点)

動物において、遺伝情報は、細胞の〔1〕の内部にある〔2〕上のDNAの塩基配列として子孫に伝えられている。ゲノムプロジェクトによりヒトのゲノムの塩基配列がすべて明らかにされ、約3万個の遺伝子があることがわかった。これらの遺伝子の多くは、〔1〕において転写されたmRNAが、〔3〕のリボソームにおいて翻訳されることによって発現する。しかし、これらの遺伝子がいつでもどこでも発現している訳ではない。動物の発生過程においては、それぞれの遺伝子が特定の場所や時期で発現することによって、正常に器官形成が起きる。この過程で多くの遺伝子の発現を制御する遺伝子は、〔4〕と呼ばれている。

1980年代以降の遺伝子組換え技術の発達は、生物学に大きな進展をもたらした。遺伝子組換え技術を用いれば、ある生物の遺伝子を別の生物に導入し、特定の組織や器官で発現させることができる。このことを利用して、動物の器官形成が遺伝情報としてプログラムされている仕組みを明らかにすることができる。

昆虫と哺乳動物とでは、類似の機能を持つ器官であっても、構造が大きく異なっている場合がある。例えば、昆虫の眼は、多数の〔5〕が集まった〔6〕であるのに対し、マウスなどの哺乳動物では、その構造から〔7〕と呼ばれる眼を持っている。

マウスにおいて、ボックス6という遺伝子の機能が異常になると、眼が小さいという表現型があらわれる。一方、ショウジョウバエのアイレスという変異体は、アイレス遺伝子に異常があるために、眼ができないという表現型を示す。マウスのボックス6遺伝子から合成されるタンパク質とショウジョウバエのアイレス遺伝子から合成されるタンパク質とは、アミノ酸配列がよく類似しており、いずれのタンパク質も同じ特定のDNA配列に結合する性質を持っている。また、アイレス遺伝子は、正常な発生において、幼虫期に将来眼を作る部位や神経系において発現している。

ゲーリングらは、これらの遺伝子の機能を明らかにするために、ショウジョウバエを用いて次のような実験を行なった。

実験 1.

ショウジョウバエの眼がないアイレス変異体に、正常型のアイレス遺伝子を導入し、幼虫期に将来眼を作る部位で発現させたところ、変異体の表現型が回復し、ショウジョウバエの正常型の眼ができた。

実験 2.

マウスの正常型のパックス 6 遺伝子を、ショウジョウバエの眼がないアイレス変異体に導入し、幼虫期に将来眼を作る部位で発現させたところ、変異体の表現型が回復し、ショウジョウバエの正常型の眼ができた。

実験 3.

正常なショウジョウバエに、正常型のアイレス遺伝子を導入し、幼虫期に将来脚を作る部位で発現させたところ、脚にショウジョウバエの眼とよく類似した構造ができた。

問 1. 文中の〔 1 〕～〔 7 〕に適切な語句をいれなさい。

問 2. 次のうち骨格筋の細胞において、通常合成されていないものはどれか。あてはまるものすべてを記号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|---------------|-------------|
| ア) ヘモグロビン | イ) RNA ポリメラーゼ | ウ) ナトリウムポンプ |
| エ) アクチン | オ) ミオシン | カ) セクレチン |
| キ) リボソーム RNA | ク) ミオグロビン | ケ) フィブリノーゲン |

問 3. 実験 1 において、正常なアイレス遺伝子を発現させたことによりアイレス変異体の表現型が回復したことから、このアイレス遺伝子の変異の性質についてどのようなことがいえるか。次の中から間違っているもの 1 つを記号で答えなさい。

- ア) 遺伝子の内部に 1 塩基の変異があるために、アイレス遺伝子から合成されるタンパク質のアミノ酸配列が変化して、その機能が低下している可能性がある。

- イ) アイレス遺伝子の全体が欠失により失われ、アイレス遺伝子から合成されるタンパク質が全く失われてしまった可能性がある。
- ウ) アイレス遺伝子から合成されるタンパク質の機能は変わらないが、将来眼になる部位でのタンパク質の量が減少した可能性がある。
- エ) アイレス遺伝子から合成されるタンパク質の機能は変わらないが、将来眼になる部位でのタンパク質の量が増加した可能性がある。
- オ) アイレス遺伝子から合成されるタンパク質の機能は変わらないが、将来眼になる部位で発現しないように変化した可能性がある。

問 4. 実験 2 において、ショウジョウバエにおいて、マウスのパックス 6 遺伝子を発現させたにもかかわらず、ショウジョウバエの眼ができたのはなぜか。2つのタンパク質の性質に基づいて 100 字以内で説明しなさい。

問 5. 実験 3 において、将来脚になる部位でアイレス遺伝子を発現させると眼を作ることができたことから、将来脚になる部位での眼の形成に関わる遺伝子の発現の調節に関して、アイレス遺伝子はどのような能力を持っていると考えられるか。「必要」と「十分」の単語を 2 つとも用いて 60 字以内で説明しなさい。

〔6〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(22点)

人体には、自分以外の細胞や物質などが体内に侵入してきたとき、これを異物(非自己)と認識し、それを排除する仕組みがある。これを生体防御という。異物が人体に侵入すると、食作用のある細胞が異物を処理することにより、その抗原情報^㉗を他の免疫細胞に伝達する。この情報を受けた〔1〕細胞は〔2〕細胞に抗体を作るように指令する。抗体は抗原と特異的に結合して、これを不活化する^㉘。この反応を〔3〕と呼ぶ。抗体の構造はY字形をしており、2本の長い〔4〕鎖と2本の短い〔5〕鎖からできており、これらは互いに結合している。抗原と結合する部位を〔6〕と呼び、その他の部位を〔7〕と呼ぶ。抗体はどのような種類の抗原が侵入してきても、それと特異的に結合することができる多様性^㉙をもっている。生体に同じ抗原が2度入ると、2度目には生体側が過剰に反応してしまい、強い拒否反応やショックを起こす事がある。このような免疫反応を〔8〕と呼ぶ。たとえば花粉症では抗原がマスト細胞の表面で抗体と反応してこの細胞からヒスタミンなどが分泌されるため、くしゃみ、鼻水がでる。このような反応を引き起こす抗原を特に〔9〕と呼ぶ。

最近、臓器移植や骨髄移植など移植の話題が新聞紙上をにぎわしている。移植が成功するためには、臓器提供者と移植される人との間で遺伝性の抗原である〔10〕が一致する事が重要である。これらの遺伝性抗原は、免疫反応において自分と他人を区別するために使われている。したがって通常、他人の移植片は自己にとって異物となり、他人のひふを自分に移植しても拒絶反応により排除される。移植したひふがはがれた後、もう一度同じヒトのひふを移植すると、2回目^㉚は1回目より早くはがれる。このような移植片排除には〔1〕細胞が直接関与^㉛する。

問 1. 文中の〔1〕～〔10〕に適切な語句を記入しなさい。

問 2. 下線部㉗について、抗原提示をする食細胞を何と呼ぶか答えなさい。

問 3. 下線部㉑について、このような免疫を何と呼ぶか答えなさい。

問 4. 下線部㉒について、このような抗体産生機序の遺伝的原理を説明し、それにより 1987 年にノーベル賞を受賞した日本人は誰か答えなさい。

問 5. 下線部㉓について、2 回目はなぜ早くはがれるのか。100 字以内で答えなさい。

問 6. 下線部㉔について、このような免疫を何と呼ぶか答えなさい。