

平成 20 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

(医 学 部)

科	目	頁	数
物	理 I・II	2 頁	～ 7 頁
化	学 I・II	8 頁	～ 11 頁
生	物 I・II	13 頁	～ 18 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっているが、そこから二つを選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

生 物 I・II

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。ただし、同じ番号または記号が付いている空欄には同じ語句が入る。

ヒトの腎臓において、血液のろ過装置としての腎小体^(a)を構成しているものは、毛細血管が糸まき状に集合した [1] と、それをとり囲む [2] とである。腎動脈から [1] に送りこまれた血液のうち、 [3] や血しょう中の [4] などを除き、低分子成分のすべては [2] へこし出される。このようにしてこし出されたものは原尿とよばれる。原尿成分のうち、水、^(b) [ア] , [イ] などの大部分は、 [5] を通過する間にこれをとりまく毛細血管に再吸収される。一方、老廃物としての^(c) [ウ] , [エ] , [オ] などは、原尿中の水が再吸収されることにより、濃縮されて尿中に排出される。

問 1 上の文の空欄 [1] から [5] に適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部(a)は、発見者の名前にちなみ、別名何とよばれるか。

問 3 下線部(b)に関し、つぎの①および②の追加説明を読み、空欄 [ア] および [イ] に該当する成分を特定するとともに、それぞれに対応するホルモンの名称(A および B)を記しなさい。

① [ア] は、すい臓を切除すると血しょう中の含有量が増加し、尿中に排出されるようになるが、ホルモンAを注射するとともに戻る。

② [イ] は、副腎を切除すると尿中に排出されるようになるが、ホルモンBを注射するとともに戻る。

問 4 下線部(c)に関連し、以下の(i)から(vii)の各問いに答えなさい。

(i) [ウ] は尿中に排出される窒素化合物で、ほ乳類などのタンパク質分解産物の中でもっとも大きな割合を占めている。この化合物は何か。

(ii) [ウ] は、ほ乳類のどの器官で生成されるか。

(iii) ほ乳類などで [ウ] が生成されることには、どのような生理的意義があるか。簡潔に説明しなさい。

(iv) [エ] は水に難溶の白色粉末状物質で、昆虫類、鳥類、ほ虫類などでは、窒素代謝の主な最終産物として排出される。この産物は何か。

(v) ほ乳類で生成される [エ] は、タンパク質以外のある細胞成分の分解産物である。この細胞成分は何か。

(vi) ヒトの血しょう中の [エ] の濃度が高い値のまま推移すると、ある病気があらわれる。この病気の名称または主な症状のいずれかを記しなさい。

(vii) [オ] は、筋肉におけるエネルギー貯蔵物質の分解産物で、その尿中への1日排出量は筋肉量に比例する。この物質は何か。

問 5 腎小体で生成される原尿の量は 1 日に約 170 ℓ にも達するが、体外に排出される尿の量は 1 日約 1.5 ℓ である。以下の各問いに小数点以下を四捨五入して答えなさい。

- (i) 原尿に含まれていた水の約何 % が で再吸収されたことになるか。
- (ii) 老廃物である , , が でまったく再吸収されず、また逆に分泌されることもないと仮定すると、これら老廃物の尿中の濃度は、理論的に血しょう中の濃度の何倍にまで達し得ると予測されるか。
- (iii) は、実際には血しょう中に 0.03 % (W/V) 含まれており、それが 1 日に尿中に 30 g 排出される。その尿中の濃度は、血しょう中に比べ約何倍に濃縮されているか。尿の比重を 1 として計算しなさい。なお、% (W/V) は単位容積中に含まれる物質の重量比を示す単位である。

問 6 ネズミの脳下垂体を除去すると、排出される尿の量に変化がみられる。どのように変化するか、その理由とともに簡潔に述べなさい。

2 次の(A)および(B)の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

(A) 九頭竜川は、福井県随一の長流で、大地を潤し、豊かな穀倉地帯を作り出している。豊かな水量、速い流れ、清らかな水質などの条件がそろっている九頭竜川は、極上のアユが育つ釣り愛好家(太公望)憧れの川であり、四国の四万十川に次いで魚種が豊富な川である。アユは成魚になると川の底石や岩盤などについているケイ藻類やラン藻類などを主食とする。それぞれの個体は縄張りを持ち、自分の縄張りに近づく相手には敢然と立ち向かって排撃する性質がある。この性質を巧みに利用したのが友釣りである。つまりオトリのアユに掛け針をつけ、すでに縄張りを持っている天然あるいは放流されて川に生息しているアユ(野アユ)のかたわらへオトリのアユを近づけてやると、野アユはオトリのアユに猛然と襲いかかり、追い払おうとするためにオトリのアユの掛け針に掛かってしまう。世の太公望は初夏の解禁日^(c)が近づくときもそぞろである。

アユは年魚、つまり 1 年限りの魚である。初夏の解禁に運よく釣り上げられず、また、秋の落ちアユの季節にも逃げおおせたとしても、その年の秋には産卵を終えて死に絶えていく。このアユに年を越させようという研究がここ数年各地で試みられている。ある水産試験場では、夜間に蛍光灯を点灯し、日の出前 6 時間を消灯することでアユの年越しに成功している。

問 1 下線部(a)に関し、これらに共通して含まれる色素は何か。

問 2 下線部(b)に関し、アユが縄張りをつくる理由を簡潔に述べなさい。

問 3 下線部(c)に関し、アユの友釣りには禁漁期間が定められている。その理由を述べなさい。

問 4 下線部(d)に関し、同じように産卵のために海へ下る性質を持つ動物の名前を 1 つ挙げなさい。

問 5 下線部(e)に関し、(ア)このような性質を何というか。また、(イ)同じ性質を持つ植物の名前を1つ挙げなさい。

問 6 下線部(f)に関し、アユに年を越させるために必要な条件を、考察して述べなさい。

(B) トゲウオ科トゲウオ目のイトヨは体長 10 cm 以下の小型の魚で、背びれに独立した太いトゲをもっている。川で生まれたイトヨの稚魚^(g)は海へ下って成長し、産卵前に川を遡上^(h)するが、海まで降りずに淡水域にとどまって成長する陸封型の個体群も日本では3か所で確認されている。その1つが福井県にあるわき水の池である。1934年に国の天然記念物に指定されたが、近年わき水の減少などでその個体数が激減し、絶滅の危機に直面している。その池のある市では、教育委員会が中心となって保護に努め、現在では推定約7000匹にまで増えている。イトヨの若い個体は群れで生活し、小型の甲殻類などを捕食して成長する。成魚となったイトヨの雄は、繁殖期⁽ⁱ⁾に入って婚姻色^(j)を呈するようになると縄張りを作り、これに近づく同種の雄を攻撃して追い払う。模型を用いて実験してみると、イトヨの雄は形が非常に良く似ていても腹部が赤くない模型には攻撃しないが、形は似ていなくても腹部の赤い模型には攻撃をすることがわかった。同時に縄張り内へ雌をジグザグダンス^(k)で誘って産卵を促す。オスは産卵後も巢に残って卵を保護する^(l)。

問 7 下線部(g)に関し、イトヨと同様に海へ下って成長し、産卵前に川を遡上する動物の名前を1つ挙げなさい。

問 8 下線部(h)に関し、マスの一種であるサクラマスの陸封型を何というか。

問 9 下線部(i)に関し、(ア)このような行動を総称して何というか。また、(イ)同じような行動を示す動物の名前を1つ挙げ、その具体的な行動名を記しなさい。

問10 下線部(j)に関し、(ア)この実験の成果により1973年にノーベル生理学・医学賞を受賞した行動学者は誰か。また、(イ)同時に同賞を受賞した2名の行動学者の名前、および受賞対象となった各人の業績を記しなさい。

問11 下線部(k)に関し、このような特定の行動を引き起こす刺激を何というか。

問12 下線部(l)に関し、この行動を引き起こす刺激について、具体的に述べなさい。

3 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

真核細胞には核内の DNA とともに細胞小器官内に局在する DNA が含まれる。ミトコンドリアに局在する DNA(ミトコンドリア DNA)には、電子伝達系や ATP 合成に^(a)関与するタンパク質群の一部を指定する遺伝子がある。さらに、マトリックス内には、ミトコンドリア DNA の遺伝子が指定するタンパク質を産生するための、独自のタンパク質合成系が存在する。ミトコンドリア DNA の遺伝子に突然変異が起こると、ミトコンドリア異常症とよばれる遺伝病が発症する^(b)場合がある。

近年、遺伝病の診断には、その疾患を引き起こす遺伝子の変異を、患者さんから採取した DNA を用いて直接検査する遺伝子診断が利用されている。あるまれな X 連鎖遺伝病(X 染色体に含まれる遺伝子に起因する伴性遺伝病)について、図 1 に示した患者さん(子供 1)とその家族から DNA を採取して遺伝子診断を行った。

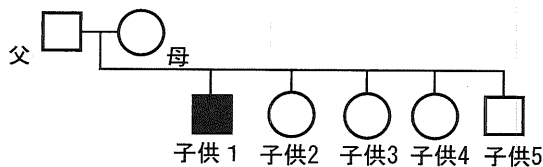


図 1

この遺伝病を発症した患者さん(子供 1)を含む家系図。四角は男性、丸は女性を表す。

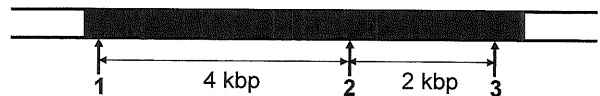


図 2

X 染色体に含まれる DNA の一部を示し、正常な遺伝子 FUK に相当する DNA 領域を黒く塗ってある。1、2 および 3 は *EcoRI* で切断される部位を示し、1 と 2 の間の領域は 4 kbp、2 と 3 の間の領域は 2 kbp の大きさである。

この遺伝病の原因となる遺伝子(遺伝子 FUK とする)は明らかにされており(図 2)、1 つのアミノ酸の置換を起こす遺伝子 FUK 内における 1 か所の塩基の置換によって、この遺伝病が引き起こされることが知られている。つまり、正常な遺伝子 FUK とこの遺伝病を引き起こす変異した

遺伝子 FUK の塩基配列

は、1 か所だけ異なっている。

この家系では、子供 1 だけがこの病気を発症し、両親

やその他の子供は正常であった。

各個人から採取した

^(c) DNA を制限酵素 *EcoRI* に

よって切断・断片化した後、

寒天のブロックに設けた溝

(図 3 中の斜線部分)に入れて

電気を流すと、DNA 断片は

^(d) 中性の緩衝液を含むブロック

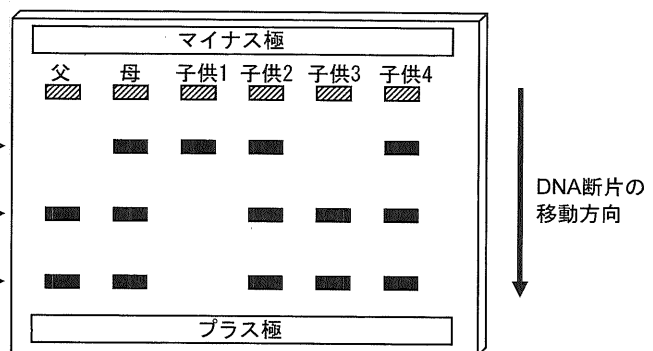


図 3

各個人から採取した DNA を *EcoRI* によって切断し、生じた DNA 断片を寒天のブロック内で電気泳動した。黒いバンドはそれぞれの個人に検出された遺伝子 FUK (1 と 3 の間の領域) 由来の DNA 断片を示す。

内をマイナス極からプラス極にむかう方向に移動する。これを電気泳動という。この際、ブロック内を移動する速度は小さい DNA 断片ほど速い。このため、電気泳動終了時、DNA 断片はブロック内でマイナス極側からプラス極側にむかって大きいものから小さいものへと順にならぶ。なお、bp は DNA を構成する塩基対の数を表す単位であり、1 kbp は 1000 bp に相当する。

問 1 下線部(a)に関し、(i)ミトコンドリア DNA にはタンパク質以外の生成物を指定する遺伝子も含まれる。何を指定する遺伝子か。また、(ii)ミトコンドリアは、生物の進化の過程で原始的な細胞に取り込まれたある生物に由来すると考えられている。その生物とは何か。さらに、(iii)このような考え(仮説)を何というか。

問 2 下線部(b)に関し、(i)ミトコンドリア異常症には、ミトコンドリアの機能が著しく低下するものがある。その結果、細胞内に蓄積したピルビン酸がある物質となる。この物質が血液中に移行し、血液の pH を低下させる。この物質は何か。また、(ii)このようなミトコンドリア異常症では、その症状が筋肉系に現れやすい。それはなぜか、簡潔に説明しなさい。

問 3 下線部(c)に関し、制限酵素 *EcoRI* は DNA の塩基配列が GAATTC のところだけを正確に切断する。ヒトの体細胞に含まれる DNA を *EcoRI* で切断すると、およそ何か所で切断が起こるか、予想しなさい。ただし、ヒト配偶子に含まれる DNA は 3×10^9 bp の大きさであるとする。答えは $n \times 10^6$ か所として、 n を小数第 1 位まで求めなさい。

問 4 下線部(d)に関し、DNA 断片がこのような方向(図 3 の矢印の方向)に移動するのは、DNA のどのような化学的性質によるか、簡潔に述べなさい。

問 5 図 2 は、正常な遺伝子 FUK において、制限酵素 *EcoRI* によって切断される部位(1~3)を示している。この制限酵素で切断される部位 2 を含む DNA 領域の一部分の塩基配列を決定したところ、

GTTGAATTCGG

であった。遺伝子 FUK が転写される際、2 本鎖の DNA のもう一方の DNA 鎖が鋳型として用いられる。そこで、この一部分から転写される RNA の塩基配列を記しなさい。なお、答えは塩基の略号(アルファベット大文字)で表しなさい。

問 6 図 3 では部位 1 から 3 までの領域に相当する DNA に由来する DNA 断片のみを検出している。正常な遺伝子 FUK を含む DNA を *EcoRI* によって断片化したのち電気泳動すると、遺伝子 FUK に由来する 4 kbp と 2 kbp の大きさの DNA 断片が検出される。一方、患者さん(子供 1)から採取した DNA を十分な量の *EcoRI* を用いて断片化しても、6 kbp の大きさの DNA 断片しか検出されなかった。この結果から、患者さんの遺伝子 FUK の変異はどのようなものと考えられるか、簡潔に述べなさい。

問 7 (i)子供 5 はこの遺伝病を発症していない。子供 5 から採取した DNA を用いた場合、この遺伝子診断では遺伝子 FUK に由来する DNA 断片として、どのような大きさのものが検出されるか。さらに、(ii)患者さん(子供 1)以外の家族のうち、この遺伝病の原因となる変異した遺伝子 FUK を持つのは誰か。

- 問 8 配偶子形成過程で配偶子の DNA に変異が起こることによって、家系内で新たに遺伝病の患者さんが発生することがある。この遺伝病をこれまでに発症していない家系内で、新たにこの遺伝病を発症した男児が生まれた。父親と母親の血液から採取した DNA を検査すると、この遺伝子診断法によって、ともに 4 kbp と 2 kbp の大きさの DNA 断片しか検出されなかった。この場合、両親のうちどちらの配偶子形成過程でこの変異が起こったと考えられるか、その理由とともに述べなさい。
- 問 9 遺伝子内の 1 か所の塩基置換により、タンパク質を構成するアミノ酸が他のものに置換されると、そのタンパク質は本来の働きを失うことがある。一方、正常なタンパク質を高温で加熱しても本来の働きを失う。後者の場合、タンパク質の何が変化したためと考えられるか。