

# 平成 24 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～23 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、表紙には必ず受験番号を記入してください。
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9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6に答えなさい。

動物は代謝の結果生じた老廃物を排出器官によって体液から選別し、体外に排出している。しかし、ただ排出するだけではなく、体液の状態に応じて排出する量を調節する。ヒトの腎臓は、この調節を行うことで、体液の浸透圧を一定に保っている。腎臓は、排出器官であると同時に、<sup>(a)</sup>恒常性の維持にかかわっている重要な器官である。

ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右1つずつあり、その内部に腎単位がそれぞれおよそ(ア)個ある。腎単位は(イ)と(ウ)からなり、(イ)は(エ)を(オ)が包み込むような構造をしている。腎動脈から(エ)に流れ込んだ血液は、血球などを除く成分が(オ)へ濾過される。濾過されたものを原尿という。原尿は(ウ)を流れる間に、水分・無機塩類・グルコースなどの成分が(ウ)を取りまく毛細血管へ再吸収され、血液から有用成分が失われないようになっている。これに対して、原尿の成分のうち尿素や尿酸などの老廃物はあまり再吸収されない。再吸収されなかった物質は尿として輸尿管を経て(カ)に溜まり、体外へ排出される。

表1は、健康なヒトの血しょうと尿の成分を比較したものであるが、測定のためにイヌリンを静脈に注射している。イヌリンはキクイモからとれる多糖類で、正常なヒトの血液中には存在しない。血液中のイヌリンは分解されたり何かに利用されたりすることなく、腎臓で全て濾過され、再吸収されることもなく尿中に排出される。表1の数値から、イヌリンの濃縮率(尿中濃度/血しょう中濃度)は120であることがわかる。<sup>(b)</sup>

表1

| 成分       | 血しょう<br>(g/100 ml) | 尿<br>(g/100 ml) |
|----------|--------------------|-----------------|
| タンパク質    | 7.2                | 0               |
| グルコース    | 0.1                | 0               |
| ナトリウムイオン | 0.3                | 0.34            |
| 尿素       | 0.03               | 2               |
| イヌリン     | 0.1                | 12              |

問1 文中の空欄(ア)～(カ)に適切な数や語を入れなさい。

問2 下線部(a)：はげしい発汗などで体内の水分が減少し血液の浸透圧が高まると、ホルモンの分泌によって浸透圧の調節が行われる。どのような仕組みか、40字以内で説明しなさい。

問 3 表1のようにタンパク質とグルコースはどちらも尿中には排出されないが、その仕組みは異なっている。どのように異なるか、60字以内で説明しなさい。

問 4 正常なヒトでは尿中にグルコースは排出されないが、糖尿病になるとグルコースが排出されるようになる。これは腎臓の働きとどのように関係しているか、60字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(b)：イヌリンの濃縮率を調べることによって何を知ることができるのか、30字以内で説明しなさい。

問 6 測定を行った1時間に生成された尿は50 mlであった。この間に再吸収されたナトリウムイオンと尿素はそれぞれ何gか答えなさい。解答欄には計算の過程も示しなさい。

2 次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

生活排水などの人工的な汚染物質を含んだ水が流れ込むことによって、川は汚濁し、水質が悪化する。その量が少ないときは、生物群集の働きによって分解されて、川の水質は元の状態に戻る。この働きは自然浄化と呼ばれる。下図は有機物を多量に含む汚水の流入にともなう川の水質(図2-1)と生物相(図2-2)の変化を示している。測定した期間において、川の流れや汚水の流入はほぼ一定で、川を取りまく環境に大きな変化はなかった。

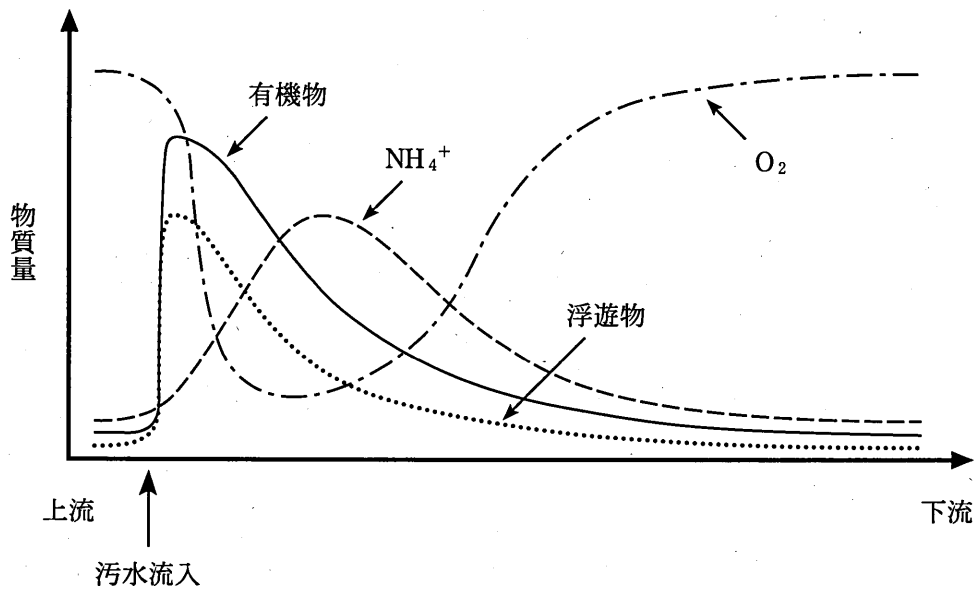


図2-1 水質の変化

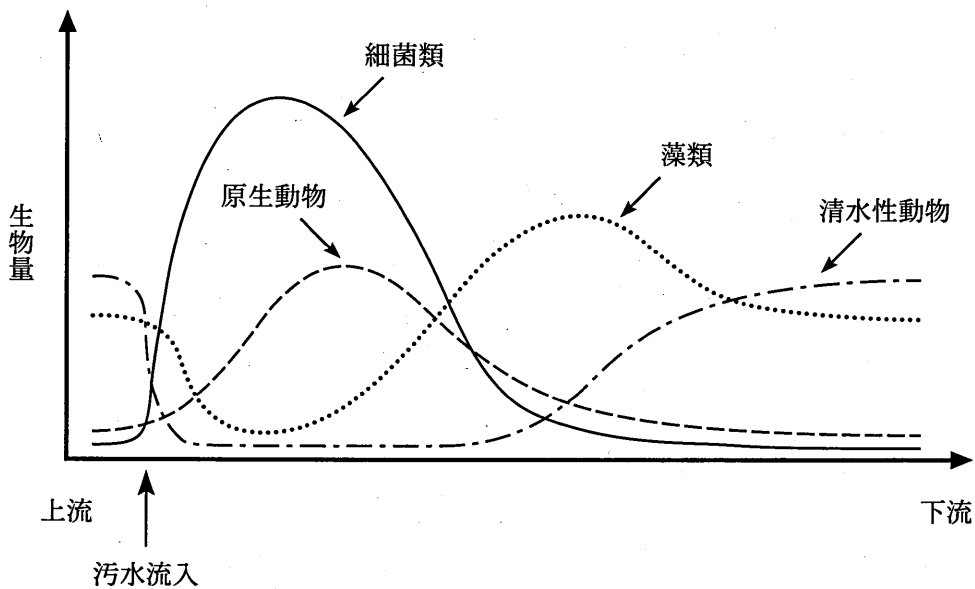


図2-2 生物相の変化

問 1 汚水流入後に藻類が減少するのはなぜか。また、その後に通常より藻類が増加するのはなぜか。それぞれ 30 字以内で説明しなさい。

問 2 汚水流入後に酸素が減少するのはなぜか。藻類の減少以外の理由を 30 字以内で説明しなさい。

問 3 汚水流入後にアンモニウムイオンが増加するのはなぜか。また、その後、アンモニウムイオンが減少するのはなぜか。それぞれ 40 字以内で説明しなさい。

問 4 流入する有機物の量が自然浄化の能力を超えるほど多量であるとき、川的环境はどのようなになると考えられるか。60 字以内で説明しなさい。

3 次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

現在の日本ではがんが死因の第1位を占める。かつてはそれほど多くなかったが、がんは古くから知られており、不治の病として恐れられていた。20世紀の初め頃には、がんの原因として放射線、化学物質、ウイルスなどがあげられていた。発見されたばかりのラジウムやX線を扱っていたキュリー夫人など多くのがんで死亡していることから、放射線にがんを起こす作用があることは明白であった。化学物質による発がんを初めて実験的に証明したのは山極勝三郎である(1915年)。彼は石炭を乾留するときに採れるコールタールをウサギの耳に1年間以上塗り続けてがんを起こすことに成功した。実験に使ったコールタールは多くの化学物質の集合体であり、そのうちどれのがんの原因になったかは不明であったが、後年ベンゾピレンなどであることが明らかになった(1930年)。当時は調べようとする化学物質を実験動物に投与し、長期間観察しなければならなかった。1960年代のある日、エイムズはポテトチップスを食べながら、その袋に印刷されている食品添加物のリストを見て、これらの添加物を食べてもがんにならないのだろうか心配になった。そして彼はこれらの化学物質をチェックする巧妙な方法を考えついた。ヒスチジンを合成する能力を失ったサルモネラ菌の系統と調べようとする化学物質を混ぜ、ヒスチジンを含まない寒天培地で1晩ほど培養する。そして培地の上に形成されるコロニー(細菌の塊)の数を対照と比較するのである。ある化学物質について行なった実験の結果を模式的に図3<sup>(a)</sup>に示した。

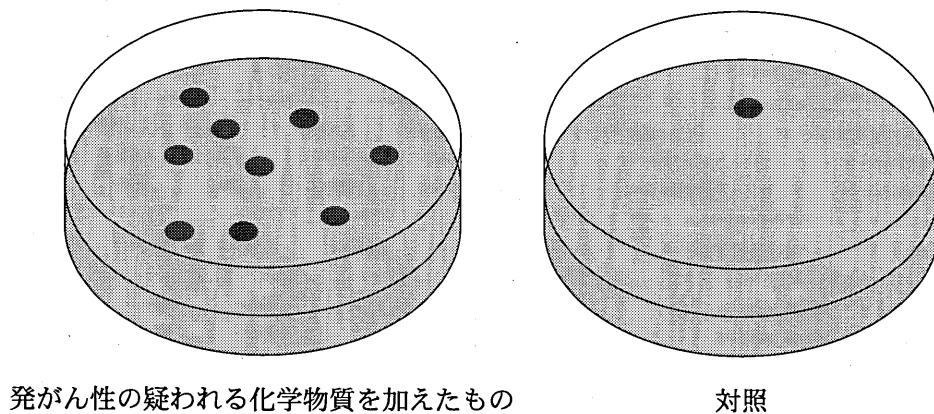


図3 エイムズ試験の結果の模式図

問 1 下線部(a)：対照としてどのような培養が好適か，40 字以内で説明しなさい。

問 2 図 3 で発がん性の疑われる化学物質を加えた方に多くのコロニーが形成されたのはなぜか，80 字以内で説明しなさい。

問 3 図 3 で対照の培地にも少数のコロニーが形成されたのはなぜか，80 字以内で説明しなさい。

問 4 エイムズが考案した方法で発がん性が疑われる化学物質の作用と，放射線ががんをおこす作用の共通性について，80 字以内で説明しなさい。



4 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。

色覚は視覚の重要な機能である。ミツバチの個眼には紫外線、青、緑の色受容細胞があり、加えてミツバチの個眼は偏光の振動面も検出できる。ミツバチが見る世界は私たちが見ているものとはだいぶ違っているはずだ。色を知覚できるのは、眼の視細胞に特定の色の光の波長に反応する分子(色視物質とよぶ)が存在することによる。脊椎動物では色視物質は錐体細胞に含まれ、桿体細胞に含まれるロドプシンと同様に、オプシンとよばれるタンパク質にレチナールという分子が結合したものである。オプシンは1本のポリペプチドであり、視物質の光の波長に対する反応性の違いは、アミノ酸配列が少し異なることに関係している。魚類、は虫類、鳥類などは4種類の色視物質がある。見える世界は私たちのとやや違うのだろう。ヒトや旧世界ザルなど霊長類の一部は青、緑、赤に反応する3種類の色視物質を持っている。しかしそれ以外のほ乳類は赤と青(ないし紫)の2種類しか色視物質を持っていない。さまざまな脊椎動物の色視物質のオプシンのアミノ酸配列の相同性をもとに系統樹を描くと、図4のようになる。この系統樹から視物質の進化を考えると、魚類からは虫類までは4種類の色視物質を持っていたが、ほ乳類はそのうち2つの色視物質を失っている。霊長類の進化で新世界ザルと旧世界ザルが分かれたより後に、旧世界ザルが緑に反応する視物質を獲得したことになる。脊椎動物の歴史の中では比較的最近になって獲得されたためか、緑視物質の遺伝子はヒトでは赤視物質の遺伝子と同じ染色体の近い位置にある。

(注：新世界ザルは中南米に分布し、アフリカやアジアに分布する旧世界ザルとの共通祖先から約3500万年前に分かれたとされる)

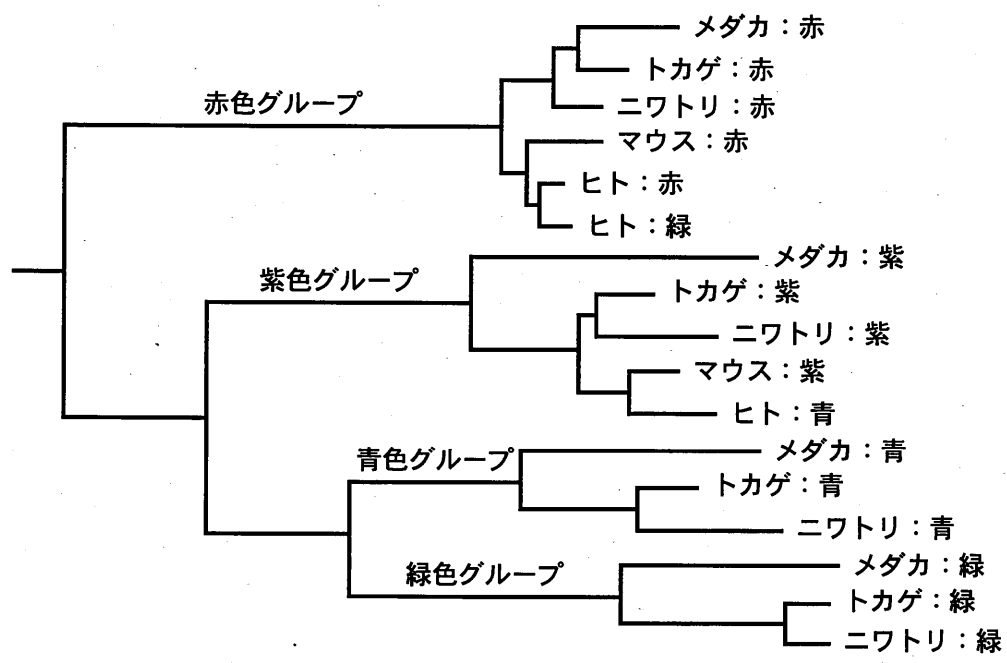


図4 色視物質のアミノ酸配列に基づく分子系統樹  
(七田芳則 2004：環境と健康 17 巻 6 号 265 頁図 6 を改変)

- 問 1 下線部(a)：昆虫は紫外線を知覚できることをどのような行動に利用しているか，箇条書きで説明しなさい。
- 問 2 下線部(b)：桿体細胞の機能は何か，40 字以内で説明しなさい。
- 問 3 下線部(c)：2つの色視物質を失うことは適応上不利のように思われるが，それが選択された意味は何か，100 字以内で考察しなさい。
- 問 4 下線部(d)：緑に反応する視物質を獲得できたのはどのようなことがおきたためと考えられるか，80 字以内で説明しなさい。
- 問 5 下線部(e)：赤と緑の視物質はどの染色体にあるか答えなさい(解答欄ア)。また近くにあるためにおきることになった異常は何か答えなさい(解答欄イ)。