

1 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 医：25%，農：17%)

腎臓はヒトの体液組成および体液量を一定に保つための重要な臓器である。腎臓には尿を生成する単位となる構造があり、**ア**とよばれる。**ア**の構成要素は腎細管と**イ**であり、後者は**ウ**とそれを包む**エ**からなる。血球と大部分のタンパク質を除いた血しょうの一部は**ウ**から**エ**へろ過され、**オ**になる。**オ**が腎細管を流れる間に水分、無機塩類、グルコースなどの成分が腎細管を取りまく毛細血管へ再吸収、あるいは毛細血管から腎細管へ分泌され、最終的に尿が生成される。

ある物質の腎細管での処理過程を腎全体として調べるために、その物質の腎クリアランスを測定する方法がある。クリアランスとは元々「除去」という意味であり、腎クリアランスは以下のようにして計算することができる。ある物質Xの血しょう中の濃度を $P_x \text{ mg/ml}$ とすると、Xは**ウ**から**エ**へ血しょう中と同じ濃度でろ過されるので**オ**中のX濃度も $P_x \text{ mg/ml}$ である(図参照)。物質Xは腎細管を流れる間に再吸収あるいは分泌され、最終的な尿中X濃度は $U_x \text{ mg/ml}$ になる。単位時間当たりの尿量を $V \text{ ml/時間}$ とすると、単位時間当たりの尿中X排泄量は $U_x \times V \text{ mg/時間}$ である。 $U_x \times V$ を $P_x \text{ mg/ml}$ で除した値がXの腎クリアランス(C_x)である。したがって、 $C_x = (U_x \times V) / P_x \text{ ml/時間}$ として表される。

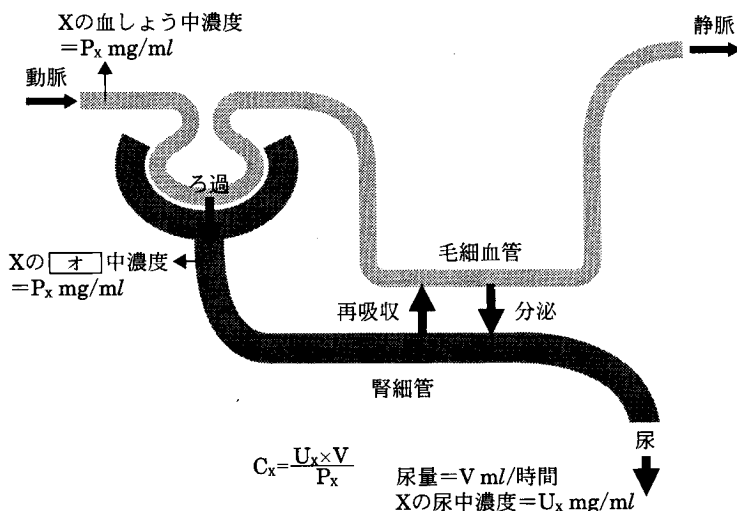


図 物質Xの腎クリアランス(C_x)

問1. **ア**～**オ**に適切な語を入れよ。

問2. ある物質Aは腎細管で再吸収も分泌も受けずに尿として排泄される。したがって、**ウ**から**エ**へろ過された物質Aの全量が尿中に排泄される。このような物質Aのクリアランス(C_A)は、どのような量を表すか記せ。

問 3. 物質 B は毛細血管から腎細管へ主に分泌される。このような物質 B のクリアランス (C_B) と C_A を比較すると、どちらが大きいか、あるいは等しいか記せ。

問 4. ある人の血しょう量は 3,000 ml であり、物質 B の血しょう中濃度は 10 mg/ml、クリアランスは 1,000 ml/10 時間、尿量は 500 ml/10 時間であった。B の血しょう中濃度は、10 時間後にはいくらになるか記せ。ただし、この 10 時間のうちに尿以外による体液喪失はなく、また B は体外から補給されることも、体内で生成されることもないものとする。

2 次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 医：25%，農：17%)

生物の形質は親から子へ、あるいは個体から個体へと遺伝していく。この遺伝という現象は、遺伝子によって担われている。遺伝物質である遺伝子の本体はDNAであるが、このことはグリフィスおよびアベリーによる肺炎(双)球菌を用いた一連の実験で証明されている。 DNAの複製に際しては、二重らせん構造をとるDNAがほどけて1本鎖になり、それぞれの1本鎖が となって新しいDNA鎖が合成される。したがって、新しくできた2本鎖のDNAは元のDNAの塩基配列と完全に一致する。このようなDNAの複製様式は「半保存的複製」と呼ばれる。メセルソンとスタールは、大腸菌を窒素の同位体である ^{15}N を含む培地で何世代も培養した後、これを親として、 ^{14}N を含む培地で1代、2代と続けて培養し、これらの大腸菌のDNAを調べることにより、DNAの複製は、「半保存的複製」であることを実証した。

遺伝子は巧妙な仕組みで遺伝情報の保存をはかっているが、突然変異により遺伝子自身に変化が起きてしまうことがある。この遺伝子突然変異は人為的にも引き起こすことができる。

核酸にはDNAとRNAがあるが、これらは、いずれも 種類の が重合した高分子化合物である。遺伝情報を保持するDNAは先に述べたように2本鎖で、らせん構造をとる。一方、タンパク質とともにリボソームを形成したり、タンパク質の生合成に働くRNAは一般的に1本鎖である。

DNAの遺伝情報は、伝令RNAに され、さらにアミノ酸と結合した運搬RNAを介して、リボソーム上でタンパク質に される。このことから、あるDNAの塩基配列を知ることができれば、 表を適用することにより、その産物であるタンパク質のアミノ酸配列が分かる。

問1. ～ に適切な語あるいは数字を入れよ。

問2. 下線部①に示した肺炎球菌を用いた一連の実験のうち、グリフィスによる形質転換に関する実験結果を、下記の語を用いて、180字以内で記せ。

被膜(または莢膜)、病原性、S型菌、R型菌

3 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率 医：25%，農：17%)

ヒトの血液は、液体成分の血しょうと細胞成分の ア， イ， ウ からなる。血しょうは、タンパク質、糖質、脂質、無機塩類を含む水溶液で、物質の輸送、pH や浸透圧の調節などの機能を営んでいる。ア は大量のヘモグロビンを含み、エ の運搬を行う。イ にはリンパ球や単球(血管外に出たものはマクロファージになる)などがあり、これらは免疫反応の重要な担い手である。ウ は、血液の凝固に深くかかわっている。成人では、これらの血液細胞は オ ①にある未分化な造血幹細胞から造られる。

②免疫とは、細菌やウイルス、外来のタンパク質などの異物が体内に侵入した場合に、これらを非自己と認識して排除する働きのことをいう。免疫には、生まれつきもっている カ と、生後に成立していく キ がある。また、その反応のしくみによって、ク と ケ に分けられる。

③ク では体内に侵入した異物は抗原として認識され、抗体産生細胞でつくられた抗体と反応して排除される。一方、ケ ではウイルスに感染した細胞や他のヒトから移植された細胞などが コ やマクロファージの攻撃を直接受けて排除される。

問 1. ア ～ コ に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関する(1)、(2)の問に答えよ。

(1) 血液凝固のしくみを 120 字以内で記せ。

下書き用(120字)

5				10				15				20			

(2) 採血した血液を試験管の中に入れてしばらく放置すると血液は凝固する。しかし、血液を冷却した場合には凝固反応が遅延する。その理由を簡潔に記せ。

問 3. 下線部②に関する以下の問に答えよ。

免疫反応を利用した病気の予防法と治療法をそれぞれ何というか。また、予防法と治療法の原理をそれぞれ簡潔に記せ。

問 4. 下線部③に関する(1)~(3)の間に答えよ。

- (1) 抗体は一般に何と呼ばれるタンパク質か記せ。
- (2) 抗体産生細胞は、胸腺を経ないで成熟したある細胞から分化・増殖したものである。その細胞の名称を記せ。
- (3) 同じ抗原が体内にふたたび侵入して過敏に抗原抗体反応を起こし、じんましんやぜんそくなど、生体に不利な障害を与える状態を何というか記せ。

5 次の文章を読み、問1～4に答えよ。(配点比率・農：16%)

初夏の六月。標津地方一帯はようやく緑に包まれ、農家のサイロの裏につづく牧草畑の片隅ではノビタキやシマアオジなど、北海道の草原に住む鳥独特の静かなさえずりがさかんになる。ちょうどこの頃、伊茶仁川の中流から下流にかけて、見るからに若々しい一団のアメマスが姿を現わす。

なんと美しい魚たちだろう。これは、一見して、いつも川で見られるアメマスとは違っている。まず、体側に並ぶパーマークが完全に消え、わずかに白い斑点は見えるものの、体側一面が輝くような銀白色だ。それにもともと流線型だった体がいっそうスマートになり、また背びれの上部と尾びれの後縁が青黒く色づいている。(中略)

見れば、彼らは三匹から十匹ほどの小さな群れをなし、淀みの中層から上層を縦横に泳ぎまわっていて、おりから川の中にたくさんいるサケの放流稚魚をさかんに捕食している。「若アユのような」という言葉があるが、あれはきっとこういうアメマスの姿を知らぬ人から出たものに違いない、と思わずにいられないほどの美しさ、活発さである。

だが、これは普通のアメマスでは考えられぬことだ。一般にイワナの類いはみなそうであるが、アメマスはいつも川の中では孤立的で、しかも下層の物陰などに定位していることが多いのである。形態も行動も、ともに普通のアメマスとは変わったこの若魚の一団は、いったい何者なのか。^①

じつは、これはサケ科の降海期の幼魚に一般に見られる一種の変態なのである。サクラマスもイワナ類も、サケ科の魚はみな、河川生活の後に海に降るときには銀白色の細身の姿になる。そしてこのような降海期特有の姿に変態したものを、北海道では銀毛といい、英語圏ではスモルト(smolt)と呼んでいる。この銀毛のアメマスこそは、今まさに海への旅に立とうとしている降海型の若者たちなのだ。

しかし海へ向かおうとする若いアメマスたちがしなければならないことは、美しい装いに身をこらすことだけではけっしてない。内部的な変革、つまりゆく手に待つ海水に適応する生理機構^②を体内に整備しなければならない。

石城謙吉著「イワナの謎を追う」(岩波新書)より引用。

注：パーマークは稚魚斑ともいい、河川生活期のサケ科の魚の体側に見られる特徴的な斑点のことを指す。

問1. 下線部①に関して、著者が銀毛のアメマスが河川生活期のアメマスと異なる点として本文中に述べている形態的特徴と行動上の特徴をそれぞれ3つ要約して記せ。

6 次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 農：16%)

生命は35億年以上前に海の中で誕生したと考えられている。最初に出現した生物は原核生物で、約20億年にわたり原核生物のみの時代が続いた。その間にみられた重要な変化は、嫌気性生物だけが存在していたところに、葉緑素(クロロフィル)による光合成を行って酸素を発生させる と呼ばれる生物が出現し、さらに葉緑素をもたない好気性の生物が出現したことである。約15億年前になって真核生物が進化した。そのとき真核生物の細胞内に好気性の原核生物が共生して になり、葉緑素をもつ が共生して葉緑体になったと考えられている。最初の真核生物は単細胞であったが、いくつかの系統群で、おそらく独立して、多細胞の生物が出現するようになったと考えられる。水中で進化してきた生物は、やがて陸上に進出することになる。

植物は約4億年前に上陸したと考えられている。最初の陸上植物がどのような生活環をもっていたかは不明であるが、比較的早い段階でコケ植物型の生活環をもつ群と、シダ植物型の生活環をもつ群に分かれたと考えられる。種子植物(裸子植物と被子植物)はシダ植物のある群から進化したとみられる。それは両群が基本的に同様の生活環をもつことから推測できる。しかし、配偶子が接合するとき、シダ植物では造精器から出た精子が泳いで造卵器に入るが、種子植物ではそのようなことは行われない。それは花粉をつくるようになったことと深い関係がある。

動物においては 動物と 動物の2つの異なる系統群が上陸した。上陸後、 動物からは昆虫類、 動物からは鳥類などの空中を飛行するものが進化した。

被子植物は出現してから短期間に多くの種を生み出した。被子植物が急速に種分化を行うことができた要因の一つに、昆虫類や鳥類などの動物によって受粉する方法をもつものが多いことが考えられる。例えば、ある種類の昆虫によって受粉をしていた植物種に、突然変異によって形態の異なった花をもつ個体が出現した場合を考えてみよう。その花が別の昆虫に好まれて受粉するようになれば、 隔離が起きて種分化につながる可能性が高い。現在、被子植物は25万種以上を数える。

問1. ～ に適切な語を入れよ。

問2. 真核生物には基本的に葉緑体を有するものと欠くものがある。下線部①の多細胞になった生物のなかで葉緑体をもたない群は、生物を5界に分類する場合どの界に属するか。その界を全て記せ。

- 問 3. 下線部②については、陸上で生育していたと考えられる約4億年前の化石が存在することから推測される。陸上で生育していたと考えられる根拠としてどのようなものがあるか、2つ記せ。
- 問 4. 下線部③に関して、コケ植物とシダ植物の生活環における基本的な違いを簡潔に記せ。
- 問 5. 下線部④に関して、種子植物ではどのようなことが行われるか、簡潔に記せ。
- 問 6. 下線部⑤における昆虫類と鳥類の飛行器官は「相似器官」とされる。これに類似した語に「相同器官」がある。相似器官と相同器官との違いを、鳥類の翼に相同な器官の例をあげて、簡潔に記せ。