

生物基礎・生物 (その1)

第1問 ヒトの肝臓の構造とはたらきに関する次の文を読み、**図1**を参照して以下の問い(問1～8)に答えよ。ただし、文中と図中の記号は対応するものとする。

肝臓には(1) 大量の血液によってさまざまな物質が流れ込む。(2) 肝臓は、それらを分解したり、生体に必要な物質を新たに合成して、貯蔵したりする。

肝臓の機能単位は(ア)とよぶ構造で、**図1**に示すような角柱状をしている。肝臓に入った血液は、(イ)から肝静脈を経て心臓に戻る。角柱の角の部分には、(3) 肝臓の物質の出入りにかかわる主要な3種類の管が走っている。このうち、(B)の管には消化管から吸収された栄養分が多く流れている。また、(4) (A)の管には破壊された赤血球の成分に由来する色素が多く流れている。この色素の体外への排出が正常に行われないと、(5) 全身が特有の色を呈する症状が現れる。また、肝臓の機能が障害され、(6) アミノ酸が分解されて生じる物質の血液中の濃度が高まると、不眠や吐き気が現れ、昏睡から死に至ることもある。

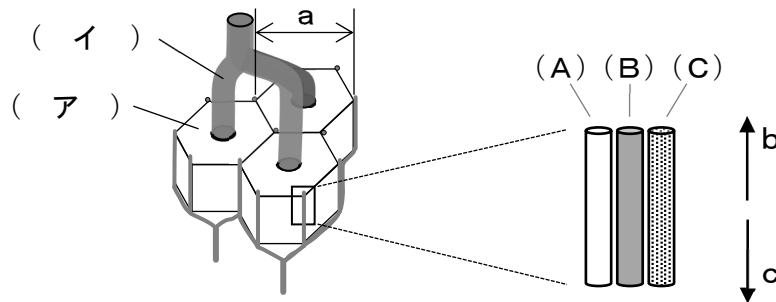


図1

問1 文中の(ア)と(イ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、肝臓を通る血液の量は、心臓から出た血液のおよそどのくらいの割合か。次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 5% ② 10% ③ 30% ④ 50% ⑤ 70%

問3 下線部(2)について、こうした化学反応によって肝臓は多くの熱を発生し、体温の保持に役立っている。

1) 安静時の肝臓の発熱量は、体内の全発熱量のおよそどのくらいの割合か。次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 5% ② 10% ③ 20% ④ 30% ⑤ 40%

2) 安静時に体内で発熱量が最も多い器官は何か。次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① すい臓 ② 肝臓 ③ 心臓 ④ 脳 ⑤ 筋肉

生物基礎・生物 (その2)

問4 (ア) について,

1) 大きさはどのくらいか。図1の矢印aで示した部分の長さとして、次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 0.1 ～ 0.2 mm ② 0.3 ～ 0.5 mm ③ 1 ～ 2 mm
④ 3 ～ 5 mm ⑤ 10 ～ 20 mm

2) 肝臓にはおよそ何個の(ア)が含まれるか。次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 500 個 ② 5000 個 ③ 5 万個 ④ 50 万個 ⑤ 500 万個

問5 下線部(3)について,

1) 図1の(A)～(C)の管の名称をそれぞれ記せ。

2) 図1の(A)～(C)の管の種類は何か。次の①～③から最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

- ① 動脈 ② 静脈 ③ 動脈でも静脈でもない

3) 図1の(A)～(C)の管の中を液はどちら向きに流れるか。図1の矢印の向きbとcから最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で記せ。

問6 下線部(4)について,

1) (A)の管を流れる液の名称を記せ。

2) この色素は何か、名称を記せ。

3) 2)の色素は、肝臓以外ではおもにどこでつくられるか。臓器の名称を記せ。

4) 1)は、ある栄養素の吸収に関して大切な役割をもっている。その栄養素は何か、名称を記せ。

問7 下線部(5)について、この症状は何とよばれるか、名称を記せ。

問8 下線部(6)について,

1) この物質は何か、名称を記せ。

2) 正常な肝臓では、有害な1)の物質は毒性の低い物質に変えて体外に排出される。その物質は何か、名称を記せ。

生物基礎・生物 (その3)

第2問 ウイルスの感染と免疫に関する次の文を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

ウイルスは、遺伝物質がタンパク質などでできた殻で包まれた粒子である。ウイルスは、自律的に増殖することができずに、宿主細胞内に入り込んで増殖するという特徴がある。新型コロナウイルスは、ウイルスの表面のタンパク質が、ヒトの細胞表面のタンパク質に結合すると、エンドサイトーシスにより細胞内に取り込まれる。通常、(1) 細胞内に取り込まれた物質は分解されるが、分解を逃れたコロナウイルスは細胞内で増殖することになる。

このようなウイルスの侵入や増殖から体を守るために、ヒトには免疫のしくみがある。免疫は自然免疫と獲得免疫に分けられ、獲得免疫はさらに体液性免疫と細胞性免疫に分けられる。自然免疫によるウイルスの排除のしくみには、(2) 食細胞が行う食作用と (3) ウイルスが感染した細胞を、免疫細胞が直接攻撃して破壊するしくみがある。獲得免疫は、自然免疫でウイルスに反応した細胞から T 細胞がウイルスの情報を受け取ることによってはじまる。ウイルスを取り込んだ細胞は活性化され、(4) 細胞内でウイルスを分解し、その断片を細胞表面に出す。出された断片をヘルパーT 細胞が認識すると活性化され増殖する。そして、活性化されたヘルパーT 細胞は B 細胞からの抗体の産生を誘導する。これが体液性免疫である。

(5) 抗体は H 鎖と L 鎖とよばれる 2 種類のポリペプチドが結合して Y 字型の構造をしている。この抗体がウイルスに結合すると、ウイルスの感染を抑制したり、食細胞の食作用を促進することでウイルスが排除される。しかし、(6) 細胞内にウイルスが侵入してしまうと、このような抗体を介した排除ができなくなるため、別のしくみが必要になる。それが、細胞性免疫である。ウイルスが感染した細胞は、細胞表面上にウイルス由来の断片を出すため、(7) それを認識した免疫細胞が感染細胞を攻撃し、感染細胞とともにウイルスを排除することができる。

問1 下線部(1)について、取り込んだ物質の分解に関与する細胞小器官は何か、名称を記せ。

問2 下線部(2)について、

- 1) 食作用のある細胞は何か、名称を2つ記せ。
- 2) 食作用のある細胞の表面に存在し、ウイルスや細菌などを認識して結合する受容体を何とよぶか、名称を記せ。
- 3) ウイルスを認識して活性化された免疫細胞が分泌し、さまざまな免疫応答の情報伝達物質として作用するタンパク質を総称して何とよぶか、名称を記せ。
- 4) このような自然免疫の反応により、局所が赤くはれたり、熱や痛みをもつ状態を何とよぶか、名称を記せ。

生物基礎・生物 (その4)

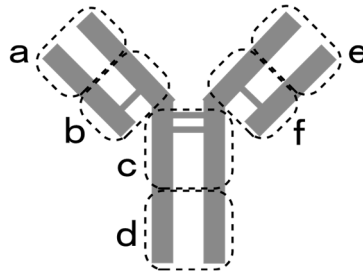
問3 下線部(3)について、ウイルスが感染した細胞を直接攻撃して破壊する免疫細胞は何か、名称を記せ。

問4 下線部(4)について、

- 1) 分解されたウイルスの断片を細胞表面に出すことを何とよぶか、名称を記せ。
- 2) ウイルスの断片といっしょに細胞表面に出てくるタンパク質は何か、名称を記せ。
- 3) ヘルパーT細胞による認識は体内のどこで行われるか、名称を記せ。

問5 下線部(5)について、

- 1) 抗体には可変部と定常部とよばれる部分がある。可変部はどの部分か。図2のa～fから適切なものをすべて選び、記号で記せ。



- 2) 抗体のH鎖の可変部をつくる遺伝子は、V、D、Jとよばれる3つの領域からなり、B細胞の分化の過程で遺伝子が再編成されてつくられる。V、D、Jの領域に、それぞれ40個、25個、6個の遺伝子があったとすると、H鎖の遺伝子は最大で何種類つくり出せるか、整数で記せ。
- 3) 同様のしくみによりL鎖の遺伝子が300種類できたとすると、最大で何種類の抗体をつくり出せるか、整数で記せ。
- 4) この抗体の多様性がつくられるしくみを明らかにした研究者は誰か。次の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号で記せ。

- ① 岡崎令治 ② 北里柴三郎 ③ 木村資生 ④ 山中伸弥 ⑤ 利根川進

問6 下線部(6)について、細胞内に侵入したウイルスの増殖を抗体では抑えることができなくなる理由を簡潔に記せ。

問7 下線部(7)について、ウイルスが感染した細胞を直接攻撃して破壊する免疫細胞は何か、名称を記せ。ただし、問3とは別の細胞とする。

生物基礎・生物 (その5)

第3問 PCR法に関する次の文を読み、以下の問い(問1～8)に答えよ。

PCR法は、1983年にキャリー・マリリス博士によって発明され、⁽¹⁾ 分子生物学や医学の分野だけでなく、さまざまな分野で活用されている。また、⁽²⁾ 新型コロナウイルスの検査にも使われ、広く一般の人にも知られている。PCR法は、DNAを短時間で増幅させる技術である。この方法では、増幅させたいDNAと⁽³⁾ 2種類のプライマー、4種類の(ア)、⁽⁴⁾ 酵素を加えた溶液を用意する。この溶液を⁽⁵⁾ (i) 95℃で加熱、(ii) 60℃に冷却、(iii) 72℃で加熱するサイクルを繰り返すことで、⁽⁶⁾ プライマーではさまれた領域のDNAを増幅させることができる。

⁽⁷⁾ 増幅したDNAの長さを調べるためには、(イ)という方法が用いられる。その方法では、アガロース(寒天の成分)などでできたゲルを緩衝液の中に沈め、ゲルの端にある溝にDNAの試料を入れて電圧をかけると、DNAはゲルの中を移動しはじめる。DNAの長さによって移動距離に違いが生じるため、長さの異なるDNAを分離することができる。

問1 文中の(ア)と(イ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、PCR法が適用できないものを、次の①～⑥からすべて選び、番号で記せ。

- ① ドアノブに付着している新型コロナウイルスを検出する。
- ② 河川の水に含まれる発がん性化学物質を検出する。
- ③ 食中毒を起こしたフグ料理からフグ毒を検出する。
- ④ 品種改良した作物が、新品種であることを確認する。
- ⑤ 同じ遺跡から見つかったミイラの血縁関係を確認する。
- ⑥ 犯罪現場で見つかった犯人の遺留品から犯人の情報を得る。

問3 下線部(2)について、新型コロナウイルスのゲノムはRNAであるため、そのままPCR法を適用することはできない。そのためRNAからDNAへの変換が必要であるが、その変換を行う酵素を何とよぶか、名称を記せ。

生物基礎・生物 (その6)

問4 下線部(3)について、

- 1) 増幅させたい DNA のどこの部分に対して相補的となるプライマーを用意する必要があるか。図3の①～④のプライマーから適切なものをすべて選び、番号で記せ。

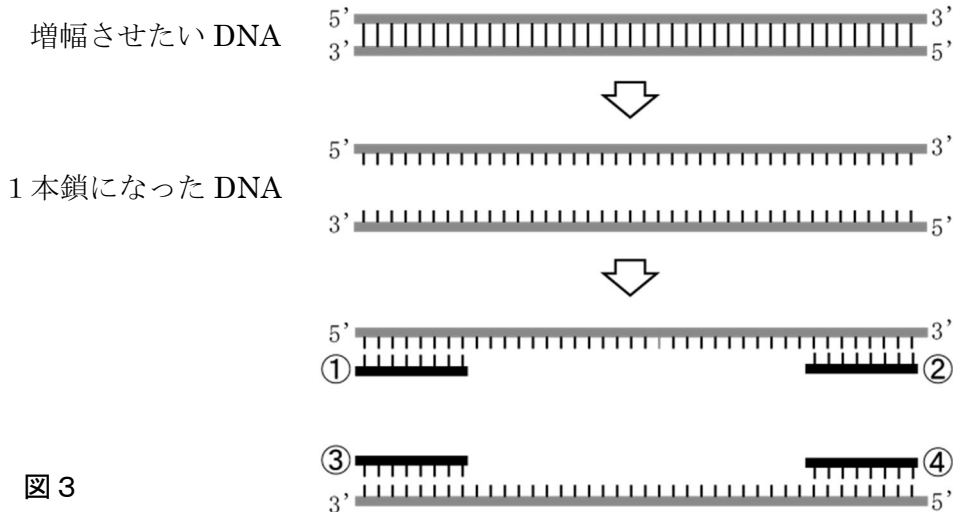


図3

- 2) ある任意の15個の(ア)からなるプライマーを想定すると、そのプライマーと同じ配列となる場所は確率的にはヒトゲノムの中に何か所あるか、数値を整数で記せ。ただし、ヒトゲノムは30億塩基対とし、A, C, G, Tはランダムに存在するものとする。また、 $4^5 \doteq 10^3$ の近似値を用いよ。

問5 下線部(4)について、

- 1) この酵素を何とよぶか、名称を記せ。
- 2) この酵素は、特殊な自然環境で生息する微生物から得られたものである。どのような環境か、簡潔に記せ。
- 3) 特に2)の酵素が用いられる理由を簡潔に記せ。

問6 下線部(5)について、(i), (ii), (iii)のそれぞれの温度ではどのような反応が起こっているか。次の①～⑥から最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

- ① プライマーを合成する。
- ② プライマーを相補的な1本鎖DNAに結合させる。
- ③ 2本鎖DNAを2本の1本鎖DNAに分ける。
- ④ DNAを合成して2本鎖DNAにする。
- ⑤ RNAを合成する。
- ⑥ RNAを相補的な1本鎖DNAに結合させる。

生物基礎・生物 (その7)

問7 下線部(6)について、図3で示したPCR法を行う場合、反応開始前の溶液中に増幅させたいDNAが100分子存在し、サイクルを8回繰り返すと理論上は何分子になるか、整数で記せ。

問8 下線部(7)について、

- 1) (イ)によって、DNAはいずれの極に移動するか、(+)か(-)で記せ。
- 2) 1)の極に移動する要因となる(ア)の構成成分は何か、名称を記せ。
- 3) PCR法で増幅したDNAと、そのDNAを3種類の制限酵素X、YおよびZで処理したものを並べて(イ)したところ、図4の結果になった。制限酵素Y、Zの切断場所はDNAのどこになるか、解答欄のXを参考に矢印と記号で記せ。MはマーカーDNAで、数字は塩基対数(bp)である。

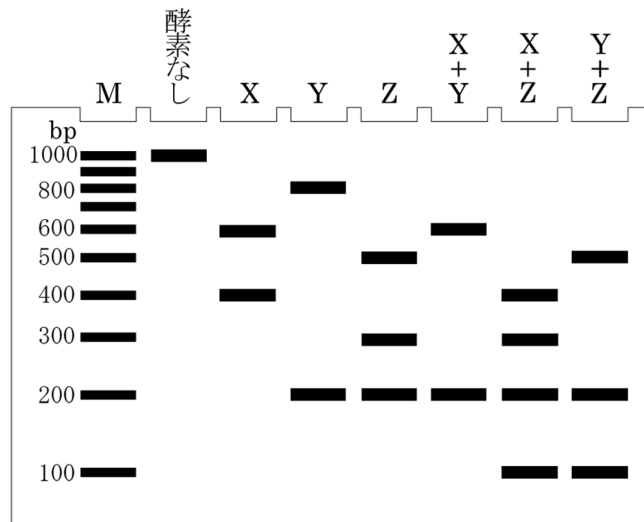


図4