

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 遺伝情報に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

有性生殖を行う生物では、雌雄それぞれの生殖細胞が受精して新たな個体を生じる。生殖細胞には、生物が生命活動を行う上で必要な遺伝情報がそれぞれ一組含まれている。この一組の遺伝情報を **ア** という。受精後の新たな個体は、雌雄の生殖細胞由来の **ア** を受け継ぐため、2組の **ア** をもつ。ヒトの生殖細胞には **イ** 本の染色体が含まれており、**ア** はこれらの染色体に存在する全遺伝情報にあたる。染色体は、DNA が **ウ** とよばれるタンパク質に巻きついて形成される。DNA は、塩基と糖と **エ** が一つずつ結合したヌクレオチドが、多数鎖状に連なってできている。1953年に、ワトソンとクリックは、_aシャルガフの規則や X 線回折像などをもとに、DNA が _b二重らせん構造であることを提唱した。

問1 文章中の **ア** ~ **エ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|--------|--------------|-------|---------|
| ① 染色体 | ② 遺伝子 | ③ ゲノム | ④ リボソーム |
| ⑤ ヒストン | ⑥ DNA ポリメラーゼ | ⑦ 炭酸 | ⑧ リン酸 |
| ⑨ 23 | ⑩ 46 | | |

問2 文章中の下線部 a に関して、シャルガフが見いだした規則として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

オ

- ① DNA に含まれるアデニン (A)、グアニン (G)、シトシン (C)、チミン (T) の塩基数の割合はすべての生物で同一である。
- ② DNA に含まれる A、G、C、T の塩基数の割合はすべての生物で A が最も大きい。
- ③ DNA に含まれる A と T、あるいは、G と C の塩基数の比はすべての生物でそれぞれ 1 : 1 となる。
- ④ DNA に含まれる A と G、あるいは、C と T の塩基数の比はすべての生物でそれぞれ 1 : 1 となる。
- ⑤ DNA に含まれる A と C、あるいは、G と T の塩基数の比はすべての生物でそれぞれ 1 : 1 となる。

問3 文章中の ア に関して、ヒトの ア の大きさとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① 約1億塩基対 ② 約3億塩基対 ③ 約10億塩基対
④ 約30億塩基対 ⑤ 約60億塩基対

問4 文章中の下線部 b に関して、2本のヌクレオチド鎖間の結合様式として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 共有結合 ② ジスルフィド結合 ③ 水素結合 ④ 疎水結合 ⑤ イオン結合

問5 ヒト DNA の全塩基配列中に占める遺伝子部分の割合として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ク

- ① 1.5% ② 11.5% ③ 20.0% ④ 31.5% ⑤ 60.0%

問6 DNA に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ケ

- ① DNA を含む水溶液を 95℃ に加熱しても、DNA の二重らせん構造は安定である。
② DNA の2本のヌクレオチド鎖は互いに逆向きに並んで向かい合っている。
③ DNA を構成するヌクレオチドは、糖としてリボースをもつ。
④ 細胞核中の DNA は核膜孔を透過してミトコンドリア内に入ることもある。
⑤ DNA は、エタノールによく溶ける。

2 ヒトの体液の調節に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 体液の調節に大きな役割を果たしている器官の一つに、肝臓があげられる。ヒトの場合、心臓から出た血液の約 3 分の 1 が肝臓に入り、血液中の物質の濃度などが調節されている。肝臓が機能する単位は であり、1～2 mm の角柱状の形をしている。それぞれの には約 万個の肝細胞が含まれる。肝臓には物質の合成や分解にかかわる酵素が他の器官より多く含まれており、物質の合成や分解が行われている。

問1 文章 A 中の と に入る語句と数値の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

	I の語句	II の数値
①	肝小葉	20
②	ネフロン	20
③	肝小葉	50
④	ネフロン	50
⑤	肝小葉	100
⑥	ネフロン	100

問2 文章 A 中の下線部に関して、ヒトの肝臓で行われていない機能を、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① アミノ酸を分解してアンモニアに変え、血液中に放出する。
- ② グルコースの一部をグリコーゲンとして貯蔵する。
- ③ 鉄やビタミンなどを貯蔵し、必要に応じて血液中に放出する。
- ④ 血しょうに含まれるタンパク質を合成する。
- ⑤ 体内で生じた有害成分やアルコールを毒性の低い物質に分解する。

問3 次の図1は肝臓の模式図であり、図中の①～④は肝臓に出入りする4本の主要な管（①：肝静脈、②：肝動脈、③：胆管、④：肝門脈）を示している。以下に示す成分は、主に①～④のどの管を通過して肝臓に出入りするか。最も適当なものを、①～④の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じ番号を何度選択してもかまわない。

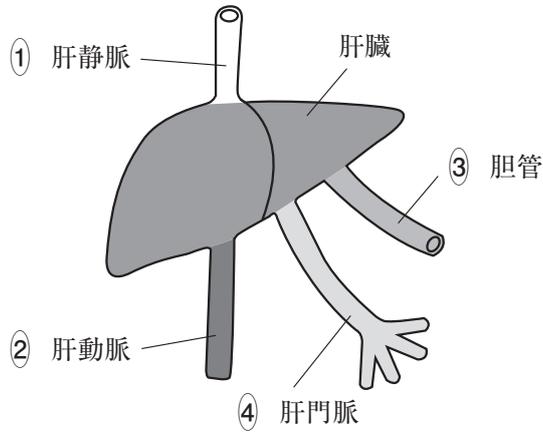


図1

小腸から吸収されたアミノ酸：

ひ臓で壊された赤血球由来の成分：

肺で取り込まれた酸素：

ビリルビンを含む胆汁：

肝臓における化学反応で発生した熱を蓄えた血液：

B 腎臓は、肝臓と共に体液の調節に大きな役割を果たしている。腎臓は、尿素やその他の老廃物を尿として排出するしくみをもっている。次の表1は、腎臓内の4ヶ所から採取した液体a～dに含まれる成分を比較したものである。多く含まれる成分を○で示してある。

表1

	水	タンパク質	グルコース	尿素	無機塩類
a	○	○	○	○	○
b	○		○	○	○
c	○			○	○
d	○	○	○		○

問4 表1中の液体a～dのうち、原尿にあたるものはどれか。次の①～④の中から一つ選べ。

① a ② b ③ c ④ d

3 生命現象とタンパク質に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ヒトの体内には約 10 万種類のタンパク質が存在する。例えば、皮膚、けん、軟骨などに多量に含まれているコラーゲンというタンパク質は、組織の構造の維持に重要な役割を果たしている。また、細胞膜には、物質の輸送、外界からの刺激の受容や情報伝達のはたらきを担うタンパク質が含まれている。筋肉に含まれているタンパク質の中で、最も多いのは筋肉の収縮に関係している や である。 は細いフィラメントを形成し、 は太いフィラメントを形成する。このほか、体内の化学反応を円滑に進める働きをする酵素、一部のホルモン、酸素を運搬する 、血液凝固に関係する 、免疫にかかわる免疫 など、多様なタンパク質が多様な生命現象に関係している。

タンパク質は、^aアミノ酸が多数つながった鎖（ポリペプチド鎖）からなる高分子化合物である。タンパク質の構造や機能は、どのアミノ酸がどのような順序で何個並んでいるかによって決まる。^bタンパク質の構造は階層に分けて考えるとよく理解できる。タンパク質の構造は、高温や極端な pH にさらされると変化することがある。このようにタンパク質の構造が変化し、タンパク質本来の機能が弱まったり失われたりすることを、タンパク質の変性という。

タンパク質に含まれるアミノ酸は、1つの炭素原子に、, , 水素原子、および側鎖（側鎖の構造はアミノ酸ごとに異なる）が結合したものである。pH が 7 付近の細胞内液や体液中では、 は正の電荷をもち、 は負の電荷をもつ。非常に多くのアミノ酸が知られているが、タンパク質に含まれているアミノ酸は一般的に 種類である。アミノ酸の性質は側鎖の構造によって決まる。例えば、水との親和性が大きい性質（親水性）の側鎖を持つアミノ酸と、水との親和性が低い性質（疎水性）の側鎖を持つアミノ酸がある。タンパク質に含まれるアミノ酸は基本的には炭素、水素、酸素、窒素からなるが、システインや のように硫黄原子を含むアミノ酸もある。

問 1 文章中の ~ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① ミオシン ② ヘモグロビン ③ トリプシン ④ カルボキシ基 ⑤ アミノ基
⑥ フィブリン ⑦ グロブリン ⑧ アクチン ⑨ 水酸基 ⑩ リン酸基

問 2 文章中の に当てはまる数値として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50

問 3 文章中の に当てはまるアミノ酸として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ

- ① グリシン ② アスパラギン ③ メチオニン ④ プロリン ⑤ ヒスチジン

問4 文章中の下線部 a に関して、隣り合ったアミノ酸どうしが結合してポリペプチド鎖ができるとき、放出される分子として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

コ

- ① CO_2 ② CO ③ NH_3 ④ N_2 ⑤ H_2O

問5 文章中の下線部 b の階層構造には、一次構造、二次構造、三次構造および四次構造がある。それぞれに関連した文章として最も適当なものを、次の①～④の中からそれぞれ一つずつ選べ。

一次構造：	サ
二次構造：	シ
三次構造：	ス
四次構造：	セ

- ① タンパク質を構成する1本のペプチド鎖は、側鎖間の疎水性相互作用やイオン結合、あるいは、システインの側鎖間につくられる結合（S-S結合）などによって複雑に折りたたまれて、特有の立体構造をとる。
- ② タンパク質を構成するペプチド鎖は、自由な形をとっているのではなく、適度に離れた位置にあるアミノ酸どうしが、水素結合することで安定化している。その結果、この部分はシート状やらせん状の規則正しい構造をとる。
- ③ 赤血球に含まれるヘモグロビンは、よく似た2種類のペプチド鎖がそれぞれ2本ずつ集まり、計4本のペプチド鎖できている。
- ④ 個々のタンパク質は、それぞれ異なる配列でアミノ酸がつながった鎖できている。

4 光合成に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

光合成のしくみは、次に示すような様々な科学者の実験によって解明されてきた。

ア の実験

植物の葉をすりつぶして葉緑体片を含む懸濁液を調製し、これにシュウ酸鉄(Ⅲ)を加えた。二酸化炭素のない条件で光を照射したところ、シュウ酸鉄(Ⅲ)はシュウ酸鉄(Ⅱ)に還元され、酸素が発生することを発見した。

イ の実験

単細胞の緑藻であるクロレラを用い、光合成の反応で発生する酸素が何に由来するかを調べるための実験を行った。酸素 ^{16}O の代わりに、安定同位体の酸素 ^{18}O を含む水 H_2^{18}O と二酸化炭素 C^{18}O_2 を別々に与えた結果、 H_2^{18}O を与えたクロレラからは、 $^{18}\text{O}_2$ が発生したが、 C^{18}O_2 を与えたクロレラからは、 $^{18}\text{O}_2$ は発生しなかった。

ウ と エ の実験

炭素の放射性同位体である ^{14}C をもつ二酸化炭素($^{14}\text{CO}_2$)を含む液中で緑藻に光合成を行わせ、どのような物質に ^{14}C が取り込まれるかを調べた。光照射を始めてから、いろいろな時間に緑藻を熱したアルコールに移して、光合成を止めた。その後、緑藻をすりつぶして得た抽出液を二次元ペーパークロマトグラフィーで展開して、これをX線フィルムで感光させることにより、どの物質に ^{14}C が取り込まれたかを調べた。光合成を短時間行かせた際、最も強く標識されたのは炭素3個からなるホスホグリセリン酸(PGA)であった。

また、照射時間を変えて同様の実験を繰り返すことにより、時間とともに ^{14}C がどの物質に移るかを追跡した。その結果、取り込まれた ^{14}C は、いくつかの物質を経由して再びPGAに取り込まれることがわかった。

問1 これらの実験を行った科学者の名前として ア ~ エ に当てはまる最も適当なものを、次の①~⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、ウ と エ の解答の順序は問わない。

- | | | | |
|--------|---------|--------|--------|
| ① ルビスコ | ② カルビン | ③ ビードル | ④ ベンソン |
| ⑤ ヒル | ⑥ パスツール | ⑦ テータム | ⑧ ルーベン |

問2 の実験結果から得られる結論として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 光合成により発生する酸素は二酸化炭素由来である。
- ② 光合成による発生する酸素はシュウ酸鉄（Ⅲ）由来である。
- ③ 光合成により発生する酸素は二酸化炭素由来ではない。
- ④ 光合成による発生する酸素はシュウ酸鉄（Ⅲ）由来ではない。
- ⑤ この実験からは、光合成により発生する酸素の由来については何もわからない。

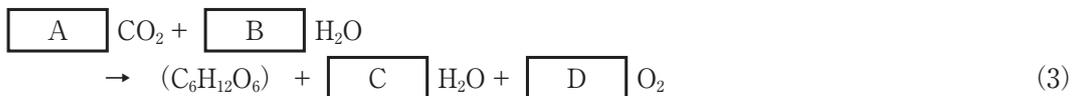
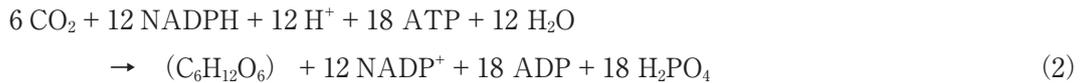
問3 下記の i) ～ v) に示した5つの結論のうち、との実験結果からはわからないものはいくつあるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- i) 光合成で最初に二酸化炭素が取り込まれる物質はホスホグリセリン酸（PGA）である。
- ii) 光合成で炭素が固定される代謝の経路は回路状になっている。
- iii) 光合成で炭素が固定される過程には光照射は必要ではない。
- iv) 光合成で炭素が固定される代謝には水が必要である。
- v) 光合成により発生する酸素は二酸化炭素由来ではない。

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ 5つ ⑥ なし

（問題は次ページに続く）

問4 の実験の後、光エネルギーを必要とする過程は、下記の(1)式のように表されることがわかった。また、との実験の後、二酸化炭素が固定される過程は、下記の(2)式のように表されることがわかった。(1)式と(2)式を整理すると、光合成全体では下記の(3)式になる。(3)式中の～に当てはまる係数の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。



	A	B	C	D
①	6	6	3	1
②	6	12	6	3
③	6	12	6	6
④	6	14	3	1
⑤	6	14	12	6
⑥	6	24	12	6

問5 光合成に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① キサントフィルは光合成色素には含まれない。
- ② 水から酸素が生じる反応は光化学系Iで行われる。
- ③ シアノバクテリアと光合成細菌は、同じバクテリオクロフィルをもつ。
- ④ ミトコンドリアの酸化的リン酸化と葉緑体の光リン酸化では、ATP合成酵素が使われている。
- ⑤ ミトコンドリアの酸化的リン酸化と葉緑体の光リン酸化では、電子の伝達物質としてどちらもNADPHが使われている。