

生 物

I (配点 75)

(1) 細胞に関する次の文章を読み、以下の問い①～⑦)に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 15 〕

ヒトの身体はおおよそ60兆個、200種類の^{ア)}細胞からできている。細胞の構成成分の割合(質量%)は細胞の種類によって異なるが、おおよそ 1 が65%、タンパク質が15%、脂質が12%、 2 が6%、核酸・炭水化物などが2%である。核酸は糖と塩基と 3 が結合したヌクレオチドが多数連結した構造であり、タンパク質はアミノ酸が 4 結合によって多数連結した構造である。細胞の寿命は、脳の神経細胞や心臓の心筋細胞のように生まれたときの細胞がほぼ一生働き続けるものから、小腸の上皮細胞のように1～5日程度のもまで様々である。イ) 中枢神経系やウ) 心筋などを除くと、私たちの組織の多くは再生能力をもっているといえる。

皮膚をケガしたときのことを考えてみよう。皮膚は上皮組織である表皮と^{エ)}結合組織である真皮からできている。真皮は主に 5 というタンパク質からできおり、このタンパク質は^{オ)}線維芽細胞という細胞によって作られ、組織の構造を維持している。多くの線維芽細胞は増殖能力をもちながらも通常は細胞分裂せずに増殖を止めている。しかし、ケガによって出血すると^{カ)}血液が凝固し、その周囲の線維芽細胞は^{キ)}細胞分裂を始めるとともに、盛んに 5 などの^{キ)}タンパク質を作り出す。その後、ケガの修復が終われば再び細胞分裂を停止する。

1) 上の文章の空欄 1 ～ 5 に入る最も適当なものを、次の①～⑳の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| ① アクチン | ② アンモニア | ③ S-S | ④ クエン酸 |
| ⑤ グロブリン | ⑥ 血液 | ⑦ コラーゲン | ⑧ 酢酸 |
| ⑨ 酸素 | ⑩ 水素 | ⑪ 相補的 | ⑫ 組織液 |
| ⑬ ナトリウム | ⑭ ペプチド | ⑮ ミオシン | ⑯ 水 |
| ⑰ 無機塩類 | ⑱ 窒素 | ⑲ リボース | ⑳ リン酸 |

2) 下線部ア)の細胞に関して、図1は動物の細胞を模式的に示したものである。次のA～Dの記述に対応する最も適当なものを、图中的①～⑨の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし、いずれにも該当しない場合は⑩をマークせよ。

- A 伝令RNA (mRNA) からタンパク質が合成される。
- B セルロースを多く含む。
- C クエン酸回路の反応が行われる。
- D 細胞分裂時に染色体の移動に関わる。

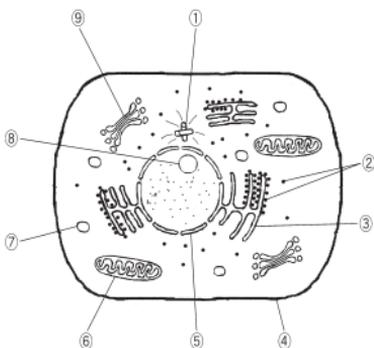


図1 動物細胞の模式図

3) 下線部イ)の中樞神経系、およびウ)の心筋に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。イ) , ウ)

- ① 脳と脊髄から構成される。
- ② 交感神経と副交感神経に分けられる。
- ③ 膝蓋腱反射のすべての経路が含まれる。
- ④ 体性神経系に支配されている。
- ⑤ 顕微鏡で観察すると多数の横筋が見える。
- ⑥ 平滑筋よりゆっくり収縮する。

4) 下線部**工**の結合組織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1つ選べ。 **12**

- ① 真皮のほかに骨や血液も含まれる。
- ② 体を動かすはたらきをしている。
- ③ 体内の神経情報の伝達を担っている。
- ④ 体内と体外の境界となっている。
- ⑤ 外分泌腺や内分泌腺がある。

5) 下線部**オ**の血液凝固に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 **13**

- ① 傷口に集まった血小板から血液凝固因子が放出される。
- ② フィブリンが血球とからみ合って血べいを作る。
- ③ クエン酸ナトリウムがあると凝固はおこりにくくなる。
- ④ 血液を放置すると血べいと血しょうに分かれる。
- ⑤ トロロンビンがフィブリノーゲンに作用することでフィブリンができる。

6) 下線部**カ**の細胞分裂に関して、ある細胞の細胞周期を調べたところ細胞分裂の間隔は24時間であり、G₁期とS期に要する時間は合計で18時間であった。また、600個の細胞を顕微鏡で観察したところ、50個の細胞で染色体が認められた。以上のことから、この細胞のG₂期は何時間であると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 **14**

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 4 ⑤ 6

7) 下線部**キ**のタンパク質合成に関して、あるタンパク質を調べたところ496個のアミノ酸からできていた。このタンパク質をコードする遺伝子のDNA塩基配列を調べたところ、2480対の塩基からできており、そのうち25%がイントロンであった。このタンパク質の合成過程において、スプライシング後の伝令RNA (mRNA) のうち、アミノ酸に翻訳される部分は何%であると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 **15**

- ① 20 ② 27 ③ 60 ④ 80 ⑤ 90

- (2) 代謝に関する次の文章を読み、以下の問い1)～5)に答えよ。

[解答番号 ～]

生命活動の基本は、体外から取り入れた物質を化学反応によって変化させ、エネルギーを取り出したり蓄えたりするところにある。これらの生体内での化学反応全体を代謝といい、このうち複雑な物質を分解してエネルギーを取り出す過程を 、逆に単純な物質から複雑な物質を合成してエネルギーを蓄える過程を という。 には、酸素の存在下で有機物を分解してアデノシン三リン酸 (ATP) を合成する ア) 呼吸、酸素のない条件下で有機物を分解して ATP を合成する イ) 発酵 がある。 には、光エネルギーをもちいて二酸化炭素から有機物を合成する ウ) 光合成 があり、植物体内において光合成産物が別組織に運ばれることは とよばれる。なお、生体内での多くの化学反応は、生体触媒である エ) 酵素 によって促進されている。

発酵を観察するため、図2のように 発酵管の盲管部に、煮沸したグルコース溶液に生パン酵母を加えた発酵液を、空気が入らないように満たした。発酵液を 37℃ に保ったところ、オ) 盲管部に気体が発生 し、その成分を調べると であることがわかった。

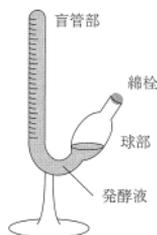


図2 発酵の観察

- 1) 上の文章の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑳の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 異化 | ② エタノール | ③ オルセイン | ④ 解糖 |
| ⑤ 化学合成 | ⑥ 拡散 | ⑦ カルス | ⑧ キューネ |
| ⑨ 固定 | ⑩ 酸素 | ⑪ 消化 | ⑫ 貯蔵 |
| ⑬ ツンベルク | ⑭ 転流 | ⑮ 同化 | ⑯ 二酸化炭素 |
| ⑰ 乳酸 | ⑱ 燃焼 | ⑲ 能動輸送 | ⑳ ビルビン酸 |

- 2) 下線部ア)の呼吸、およびイ)の発酵において、グルコース1分子から合成される最大のATP分子数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。
ア) , イ)

- | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|
| ① 2 | ② 4 | ③ 12 | ④ 24 | ⑤ 38 | ⑥ 42 |
|-----|-----|------|------|------|------|

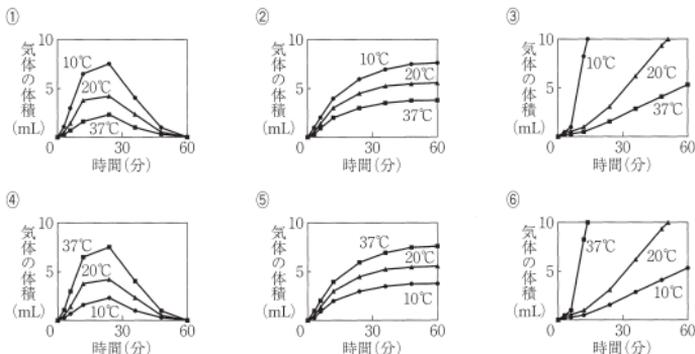
3) 下線部ウ)の光合成に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 23

- ① 光合成の反応は葉緑体のチラコイドとストロマにおいて行われる。
- ② 葉緑体に含まれる色素であるクロロフィルは青と赤の光を強く吸収する。
- ③ カルビン・ベンソン回路では二酸化炭素から有機物が作られる。
- ④ ブラックマンは、光合成速度は環境要因のなかの限定要因によって決定されることを示した。
- ⑤ 原核生物の細菌にも光合成を行うものがあり、最も重要な光合成色素としてカロテンをもつ。

4) 下線部エ)の酵素に関して、酵素の反応速度は1秒間に生じる生成物の分子数で求めることができる。ある酵素の反応速度を調べたところ、1秒間に生じる生成物は1200分子であった。このとき、基質は酵素に対して十分な量が存在しており、すべての酵素が基質と結合していると考えられた。同じ反応条件下で酵素濃度を $\frac{1}{2}$ に、基質濃度を2倍にすると、1秒間に生じる生成物は何分子になるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 24

- ① 300 ② 600 ③ 1200 ④ 2400 ⑤ 4800

5) 下線部オ)の気体発生に関して、同様の観察を発酵液を10℃および20℃に保った状態でも行い、温度を保ってから時間と菅管部にたまった気体の体積との関係をグラフにした。得られたグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。なお、観察時間中においてグルコースは十分な量が存在するものとする。 25



Ⅱ (配点 75)

(1) 生物の多様性に関する次の文章を読み、以下の問い 1) ～ 5) に答えよ。

[解答番号 26 ～ 37]

現在、学名がつけられている生物は、約 180 万種である。しかし、実際にはそれをはるかに超える生物が生息している。ホイタッカーやマーグリスはこの生物を、^{ア)}動物、^{イ)}植物、26、原生生物、27 のグループに大別する 28 を提案した。26 はそれ以前の分け方では植物と同じ仲間分類されていたが、核酸の塩基配列の比較による研究で、植物よりも動物に近いことが明らかにされている。^{ウ)}27 はその他のグループと細胞の構造が大きく異なり、光合成をする 29 や、メタン細菌が含まれる。アメリカのウーズらは、27 が核酸の塩基配列の違いから 2 つのグループに分けられることを認め、最上位の分類階級として 3 つの 30 を提唱した。

1) 上の文章の空欄 26 ～ 30 に入る最も適当なものを、次の①～⑳の中からそれぞれ 1 つずつ選べ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|------------------|
| ① 目 | ② 門 | ③ 科 | ④ 界 |
| ⑤ 綱 | ⑥ 属 | ⑦ 種 | ⑧ 菌類 |
| ⑨ リンネ | ⑩ 二界説 | ⑪ 三界説 | ⑫ 五界説 |
| ⑬ 共生説 | ⑭ 古細菌 | ⑮ 褐藻類 | ⑯ ドメイン |
| ⑰ ケイ藻類 | ⑱ 原核生物 | ⑲ 真正細菌 | ⑳ シアノバクテリア (ラン藻) |

2) 下線部ア)の動物は発生時に形成される胚葉によって分類されている。各動物の特徴とその分類についての記述として最も適当なものを、次の①～⑧の中から 2 つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 31 , 32

- ① クラゲは体が放射相称の三胚葉動物である。
- ② ウニはブルテウス幼生期をもち二胚葉動物である。
- ③ カエルは体が左右相称の三胚葉動物である。
- ④ マイマイは体腔がない二胚葉動物である。
- ⑤ バッタは外骨格をもち三胚葉動物である。
- ⑥ ミミズは体節構造をもち二胚葉動物である。
- ⑦ カイメンは最も原始的と考えられている二胚葉動物である。
- ⑧ カイチユウはセンチュウの仲間で無胚葉動物である。

3) 下線部ア)の動物のうち、三胚葉動物はさらに旧口動物と新口動物に分類されている。各動物とその発生様式に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① ホヤは旧口動物で原口が成体の口になる。
- ② ネコは新口動物で原口が成体の肛門になる。
- ③ クルマエビは旧口動物で原口が成体の口になる。
- ④ プラナリアは新口動物で原口が成体の肛門になる。
- ⑤ ウニは旧口動物で原口が成体の肛門になる。
- ⑥ イカは新口動物で原口が成体の口になる。
- ⑦ ヒドラは旧口動物で原口が成体の肛門になる。
- ⑧ ゴカイは新口動物で原口が成体の口になる。

4) 下線部イ)の植物はコケ植物、シダ植物、種子植物に分類されている。それぞれの分類群に含まれる植物とその特徴に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 種子植物のヒマワリでは胚珠は子房につつまれておらず裸出している。
- ② 種子植物のカキでは重複受精で胚乳を形成する。
- ③ 種子植物のイチヨウでは木部の維管束は道管が主である。
- ④ シダ植物のベニシダでは孢子体は単相である。
- ⑤ シダ植物のイヌワラビでは前葉体は複相である。
- ⑥ シダ植物のスギナ(トクサ類)では孢子囊は単相である。
- ⑦ コケ植物のスギゴケ(セン類)では孢子は単相である。
- ⑧ コケ植物のゼニゴケ(タイ類)では配偶体は複相である。

5) 下線部ウ)の細胞の構造の違いに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。

- ① の細胞にはRNAが無く、その他のグループの細胞にはRNAがある。
- ② の細胞には環状DNAが無く、その他のグループの細胞には環状DNAがある。
- ③ の細胞には核膜が無く、その他のグループの細胞には核膜がある。
- ④ の細胞にはリボソームが無く、その他のグループの細胞にはリボソームがある。
- ⑤ の細胞には細胞壁が無く、その他のグループの細胞には細胞壁がある。
- ⑥ の細胞にはべん毛が無く、その他のグループの細胞にはべん毛がある。

(2) 進化に関する次の文章を読み、以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

ダーウィンは1859年に出版した著書『種の起源』で様々な生物の事例を挙げて進化論を論証している。その一つとして、イエバトの例がある。ア) イエバトには様々な品種があり、原種のカワラバトとは似つかないものもある。たとえば、パウター種は「そのう」を大きく膨らませることができる。これは を選んで交配することによって作りだされたものである。ダーウィンは自然界では によって、もとの種とは異なる形質をもつ種が進化する^{イ)}と論じている。その後、集団中の遺伝子頻度の変化をもとにした進化についての理解が進むにつれ、 とは無関係に偶然集団中の遺伝子頻度が増加する現象もみられることが分かってきた。この現象は と呼ばれる。

1つの種から新しい種ができることを という。新しい種が形成されるときには、 が生じる必要がある。しかし、 があっても遺伝子の があれば、集団は全体として1つの種であり続ける。

1) 上の文章の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑮の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|---------|----------|--------|
| ① 隔離 | ② 構成 | ③ 頻度 | ④ 倍数体 |
| ⑤ 異数体 | ⑥ 種分化 | ⑦ 死亡個体 | ⑧ 人為選択 |
| ⑨ 自然選択 | ⑩ 変異個体 | ⑪ 適応放散 | ⑫ 獲得形質 |
| ⑬ 流入や流動 | ⑭ 遺伝的浮動 | ⑮ 遺伝子の欠失 | |

2) 下線部ア)のイエバトの品種に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。

- ① 品種間で交配が任意に行われるとさらに品種が増える。
- ② イエバトの各品種間の大きな変化は大進化と呼ばれる現象である。
- ③ イエバトの各品種を作る場合、原種のカワラバトとの交配を頻繁に行くと形態の変異が大きくなる。
- ④ イエバトの各品種は原種のカワラバトよりも有利な形質をもつ進化した種なので、カワラバトという種はなくなる。
- ⑤ 各品種間の形態が大きく異なっても、繁殖力のある子孫を作ることができるため同種である。
- ⑥ 各品種の個体数が多くなると、遺伝的な多様性も増加し、環境変動によって個体数が激減することがある。

3) 下線部イ)に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 45 , 46

- ① 染色体突然変異は遺伝子突然変異とは異なり、遺伝しない。
- ② ラマルクによる用不用説や獲得形質の遺伝は、現在は否定されている。
- ③ 集団中の特定の遺伝子型に選択がはたらく場合、その遺伝子の割合は変化しない。
- ④ 木村資生は中立説を提唱し、突然変異は集団にとって有利な変化が大部分であるとした。
- ⑤ メンデルの優性の法則によれば、集団中の優性遺伝子の頻度は世代を経るごとに増える。
- ⑥ ワイズマンは、配偶子の遺伝子に変化がなくても体細胞に生じた変異が次世代に遺伝するとした。
- ⑦ ハーディ・ワインベルグの法則によれば、交配が自由で偶然による集団では次世代の遺伝子頻度は変化しない。
- ⑧ ド・フリースの突然変異説では、個体に生じた突然変異は遺伝しないため次世代の集団の遺伝子頻度に影響しないとしている。

4) 分岐してからの時間が長いほどDNAの塩基配列の違いが大きいことを利用して、系統関係を推定することができる。表1に示した種Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの生物の塩基配列から推定できる系統樹として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 47

表1

種 \ サイト	1	2	3	4	5	6	7	8	9
種Ⅰ	A	A	G	T	G	C	G	A	T
種Ⅱ	A	T	A	T	A	C	G	A	T
種Ⅲ	T	A	G	G	C	G	A	A	C
種Ⅳ	A	T	A	T	A	T	G	T	T

