

生 物

I (配点 75)

(1) 生物におけるエネルギー獲得と消費に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。[解答番号 ～]

物質の合成や分解などの生体内で起こる一連の化学反応は、代謝と呼ばれる。このうち、生物が外界から取り入れた物質を、その生物にとって必要な物質につくりかえるような過程を、同化という。これは、エネルギーの吸収を伴う。一方、生体内の物質を分解して生命活動に必要なエネルギーを取り出すような過程は と呼ばれ、エネルギーの放出を伴う。

すべての生物において、エネルギー代謝は、主にATPを仲立ちとして行われている。代謝によって合成されたATPは、生体物質の合成や筋収縮、物質輸送などさまざまな生命活動を行うエネルギー源として用いられ、ADPに分解される。

植物により行われる は、光エネルギーを用いて と水から などの有機物を合成している。この反応に伴って が放出される。光エネルギーは、葉緑体の に存在するクロロフィルやカロテンなどの 色素によって吸収される。 では、吸収した光エネルギーを用いてATPなどを合成している。

一方 の中で、ア) を を用いて無機物にまで分解するとともに細胞が活動エネルギーを得る過程を といい、イ) 微生物が を用いずに を分解してATPを合成する過程を という。酵母菌は が存在する時に による の産生を抑制し、より効率的にエネルギーを獲得できる を行う。この現象は、 効果と呼ばれる。

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 発酵 | ② 窒素同化 | ③ エタノール | ④ ヒストン |
| ⑤ 呼吸 | ⑥ 酸化的リン酸化 | ⑦ ルビスコ | ⑧ 異化 |
| ⑨ ストロマ | ⑩ 二酸化炭素 | ⑪ 酵素 | ⑫ パスツール |
| ⑬ 酸素 | ⑭ ノックアウト | ⑮ 電子伝達系 | ⑯ チラコイド膜 |
| ⑰ 炭水化物 | ⑱ サンガー | ⑲ クロマチン | ⑳ 光合成 |

2) ATPは核酸の構成塩基の1つと糖が結合したものに3個のリン酸が結合した化合物である。ATPを構成する塩基と糖の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 11

	塩基	糖
①	チミン	リボース
②	アデニン	デオキシリボース
③	アデニン	リボース
④	チミン	デオキシリボース

3) 細胞小器官の起源に関する共生説の記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 12

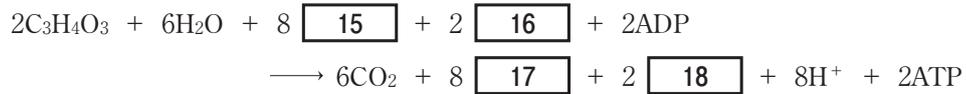
- ① 嫌気性細菌が原始的な真核生物に取り込まれ、共生することでミトコンドリアとなった。
- ② シアノバクテリアが原始的な真核生物に取り込まれ、共生することで葉緑体となった。
- ③ 葉緑体とミトコンドリアは、いずれも核内のDNAとは異なる独自のDNAを保有している。
- ④ 葉緑体とミトコンドリアは、いずれも二重膜で覆われ、分裂によって増える。

4) 下線部ア)およびイ)の過程において、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) 13 , イ) 14

- ① 2 ② 4 ③ 12 ④ 24 ⑤ 38 ⑥ 42

5) 解糖系で生じた2分子のピルビン酸は、ミトコンドリア内でアセチル CoA に変えられクエン酸回路に入る。クエン酸回路の反応は次のように表すことができる。



$\boxed{15}$ ~ $\boxed{18}$ に当てはまる補酵素として最も適当なものを、次の①~⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① NAD ② NADP ③ FAD ④ NAD⁺ ⑤ NADP⁺
⑥ FAD⁺ ⑦ NADPH ⑧ FADH ⑨ NADH ⑩ FADH₂

6) ミトコンドリア内膜における反応に関する記述として最も適当なものを、次の①~④の中から1つ選べ。 $\boxed{19}$

- ① 解糖系とクエン酸回路で生じた補酵素は、ミトコンドリア内のマトリックスにある電子伝達系に運ばれる。
② 解糖系とクエン酸回路で生じた補酵素から放出された H⁺ は、最終的に ATP 合成酵素を通過してミトコンドリア内膜と外膜の間腔に拡散する。
③ 解糖系とクエン酸回路で生じた補酵素から放出された電子は、酸化還元反応により酸素および H⁺ と結合し、マトリックスに水を生じる。
④ ミトコンドリア内膜において ATP を生じる反応は、カルビン・ベンソン回路と呼ばれる。

(2) 植物の環境応答と植物ホルモンに関する以下の問い1)～2)に答えよ。

[解答番号 ～]

1) 植物の環境応答のしくみに関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 植物は、昆虫による食害に応答してアブシジン酸（アブシシン酸）と呼ばれる物質の合成を行い、この物質を多く含む植物を食べた昆虫はタンパク質を消化しにくくなる。
- ② ジャスモン酸は孔辺細胞の K^+ チャネルを開き、細胞外へ K^+ を放出させることで孔辺細胞の浸透圧を低下させる。
- ③ 植物の光受容体であるフォトトロピンは、主に赤色光と遠赤色光を吸収する色素タンパク質であり、光発芽種子の発芽促進などの形態形成を引き起こす。
- ④ クリプトクロムは青色光を受容する光受容体として知られており、光による茎の伸長の抑制などに関与している。

2) 植物ホルモンの種類と働きに関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 茎の光屈性において、光の当たる側と当たらない側とで茎の成長速度を調節しているのはサイトカイニンである。
- ② イネの種子の発芽では、ブラシノステロイドと呼ばれる植物ホルモンが合成され、アミラーゼ遺伝子の発現が誘導される。
- ③ 種子の休眠に関わる植物ホルモンはアブシジン酸（アブシシン酸）であり、種子の休眠の維持や乾燥耐性の保持に重要な役割を果たすタンパク質遺伝子の発現を誘導する。
- ④ 果実の形成と成長、成熟を促進する植物ホルモンはオーキシンである。

(3) ヒトの筋肉に関する以下の問い1)～2)に答えよ。〔解答番号 22 ～ 23 〕

1) 筋肉の構造に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

22

- ① 骨格筋は筋原繊維と呼ばれる細長い細胞が束になったもので、両端が腱で骨と繋がった構造をしている。
- ② 骨格筋や平滑筋の細胞は、顕微鏡で観察した時に明暗の規則的なしま模様が見られることから横紋筋と呼ばれる。
- ③ 横紋筋が刺激により収縮すると、サルコメア中の明帯の長さが短くなり、暗帯の長さは変化しない。
- ④ ミオシンフィラメントの上には突起が並んでいて、この部分がATPを繰り返し分解しながら微小管の上を滑り、筋収縮が起こる。

2) 筋収縮のコントロールに関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 23

- ① 骨格筋の細胞には運動ニューロンと接合するシナプスが存在し、アセチルコリンを介して興奮を引き起こし、活動電位を発生させる。
- ② 骨格筋の細胞の内部では筋小胞体と呼ばれる袋状の構造が分布しており、この内部には Ca^{2+} が蓄えられている。
- ③ 骨格筋の細胞が興奮すると Ca^{2+} が細胞内に放出され、この Ca^{2+} を受け取ったトロポミオシンの構造が変化する。
- ④ 筋肉における持続的な強い収縮は強縮と呼ばれ、毎秒数十回の連続した活動電位によって引き起こされる。

(4) 遺伝情報とその発現に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

[解答番号 ～]

1) 遺伝情報に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① DNAは2本の鎖からなる構造をしており、ヒストンと結合しヌクレオチドを形成している。
- ② 塩基にはアデニン、グアニン、チミン、シトクロムの4種類があり、塩基対を形成している。
- ③ 細胞内では、DNAが高度に凝縮された棒状の染色体が常に形成されている。
- ④ 有性生殖では、染色体の数が体細胞の半分になる減数分裂がおき、配偶子が形成される。

2) 遺伝情報の発現に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 真核細胞において、核内で転写されたRNAは核外に移動し、核外でスプライシングを受けタンパク質に翻訳される。
- ② タンパク質の翻訳が行われるのは、小胞体と呼ばれる部位においてのみである。
- ③ 遺伝情報が、DNA → RNA → タンパク質の順に一方向に伝達されることをセントラルドグマという。
- ④ DNAの複製は、DNAリガーゼという酵素によって5'末端から3'末端に向かって進められる。

Ⅱ (配点 75)

(1) 刺激の受容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]

ヒトが外界からの刺激を受容する器官を^{ア)}受容器という。ヒトの受容器にはいろいろなものがあるが、受け取ることのできる刺激の種類は決まっている。受容器で受容することができる刺激の種類を^{イ)}適刺激という。受容器には、感覚細胞が集中し、わずかな刺激でも敏感に反応する。感覚細胞が適刺激を受けると、その情報は脳に伝えられ、ここで刺激の種類に応じた^{ウ)}感覚が生じる。例えば、ヒトの眼には、^{エ)}視細胞という光を感じる感覚細胞がある。^{オ)}受容された情報は、視神経によって脳へ伝えられ、視覚が生じる。

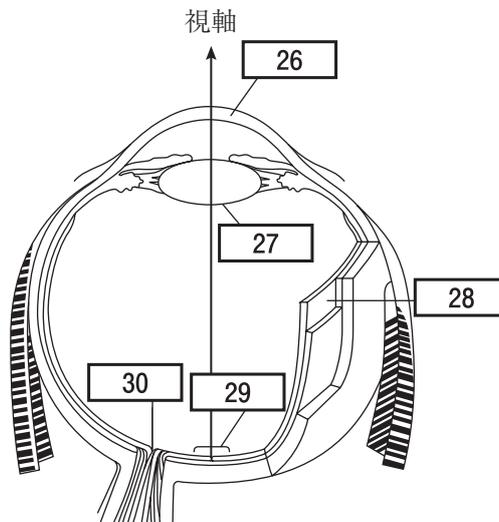


図1 ヒトの眼の構造

1) ヒトの眼の構造を示した図1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 基底膜 | ② ガラス体 | ③ 脈絡膜 | ④ 強膜 | ⑤ 眼筋 |
| ⑥ 水晶体 | ⑦ 色素細胞 | ⑧ 虹彩 | ⑨ 角膜 | ⑩ 網膜 |
| ⑪ チン小帯 | ⑫ 毛様体 | ⑬ 黄斑 | ⑭ 盲斑 | ⑮ 支持細胞 |
| ⑯ 瞳孔 | ⑰ 中心体 | ⑱ 前庭 | ⑲ 血管 | ⑳ 結膜 |

2) 下線部ア)の受容器, イ)の適刺激, ウ)の感覚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2つ選べ。ただし, 解答の順序は問わない。 31 , 32

- ① 嗅上皮 - 液体中の化学物質 - 嗅覚
- ② うずまき管 - 音波 - 聴覚
- ③ 前庭 - からだの回転 - 平衡覚
- ④ 半規管 - からだの傾き - 平衡覚
- ⑤ 味覚芽 - 気体の化学物質 - 味覚
- ⑥ 痛点 - 圧力 - 痛覚

3) 下線部イ)の適刺激と, 適刺激が最初に処理される脳の機能領域(図2のa～g)の組み合わせとして最も適当なものを, 次の①～⑦の中から2つ選べ。ただし, 解答の順序は問わない。 33 , 34

- ① からだの回転: a
- ② 音波: b
- ③ 温覚・冷覚: c
- ④ 光: d
- ⑤ 接触・圧力: e
- ⑥ 気体中の化学物質: f
- ⑦ 液体中の化学物質: g

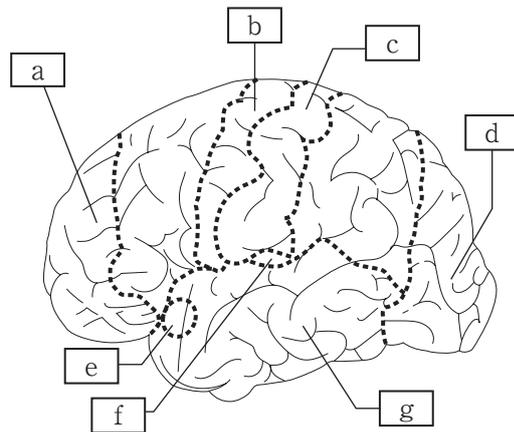


図2 ヒトの脳の左半球の機能領域

4) 下線部エ)の視細胞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2つ選べ。ただし, 解答の順序は問わない。 35 , 36

- ① 網膜には, 錐体細胞と桿体細胞かんの2種類の視細胞があり, 錐体細胞は桿体細胞より多く存在する。
- ② ヒトの錐体細胞には, 青錐体細胞, 緑錐体細胞, 赤錐体細胞の3種類があり, それぞれ420 nm, 530 nm, 560 nm 付近の波長の光を最も吸収する視色素(視物質)を含む。
- ③ 桿体細胞は, 黄斑部分にとくに多く分布している。
- ④ 昆虫と鳥類の多くの種には, 370 nm 付近の波長の紫外線を最も吸収する錐体細胞がある。
- ⑤ 桿体細胞の視色素(視物質)は, オプシンというタンパク質にビタミンAの一種であるレチナールが結合したロドプシンである。

5) 下線部オ)に関する次の記述A～Dのうち誤っているものはどれか。最も適当な組み合わせを、以下の①～⑨の中から1つ選べ。 37

A：両眼の外側（耳側）の網膜から出た神経だけが、交さして反対側の視索に入り、内側（鼻側）の網膜から出た神経は交させずにそれぞれの側の視索に入る。

B：両眼の網膜の右半分に写った像は脳の左視覚野へ、左半分に写った像は脳の右視覚野へ伝えられる。

C：視神経が交さる前に左眼球側ですべて切断された場合、左眼視野の左半分と右眼視野の左半分が知覚できない。

D：視神経が交さることにより、左右の眼球から得られた視覚情報を比較することが可能となり、視覚野で奥行きを再構成し、両眼立体視が得られる。

- ① A, B, C, D ② A, B, C ③ A, B ④ A, C
⑤ A, D ⑥ B, C, D ⑦ B, C ⑧ B, D
⑨ C, D

(2) 神経系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 38 ～ 43】

神経細胞とそれを取り囲むグリア細胞などによって構成されている器官系をア) 神経系という。神経系には、受容器と効果器を連絡するほか、受容した情報を処理する働きがある。ヒトの神経系は、中枢神経系とイ) 末梢神経系からなる。中枢神経系は、脳とウ) 脊髄で構成されており、脳は、エ) 大脳、間脳、中脳、小脳、延髄からなる。末梢神経系には、体性神経系と自律神経系がある。

1) 下線部ア)の神経系の種類には、散在神経系と集中神経系がある。散在神経系の動物を、次の①～⑬の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 38 , 39

- ① フナ ② カエル ③ ミミズ ④ ハチ ⑤ バッタ
⑥ プラナリア ⑦ ヒドラ ⑧ ハト ⑨ イヌ ⑩ ヒト
⑪ クラゲ ⑫ カメ ⑬ エビ

2) 下線部イ)の末梢神経系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。 40

- ① 熱いものに触れたとき、無意識のうちに素早く手を引っ込める屈筋（屈曲）反射は、末梢神経系を介して延髄を中枢として行われる。
- ② 血糖量が増加すると、交感神経を通じて膵臓の内分泌腺であるランゲルハンス島のB細胞が刺激され、インスリンの分泌が促進される。
- ③ 血糖量が減少すると、副交感神経を通じて副腎髄質が刺激され、アドレナリンが分泌される。
- ④ 強い光を眼に受けると、副交感神経を通じて虹彩の環状に走る筋肉が収縮して、瞳孔が縮小する。
- ⑤ 食べ物が口に入ると唾液が出る反応は、末梢神経系を介して間脳を中枢として行われる。

3) 下線部ウ)の脊髄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。 41

- ① 脊髄の外側は、上下方向に走る多数の神経繊維が束になった白質である。
- ② 膝蓋腱反射において関節を伸ばす伸筋の収縮は、介在神経を介さずに、感覚神経が脊髄の中で直接運動神経に連絡して起こる。
- ③ 左側の背根を通る感覚神経は、大脳の左半球に達する。
- ④ 大脳皮質からの興奮が効果器に送られる際、興奮は脊髄の白質を通して灰白質に入る。
- ⑤ 運動神経は、脊髄の腹根を通して効果器に達する。

4) 下線部エ)の大脳、間脳、中脳、小脳、延髄と、それぞれの中核としての働きの組み合わせとして誤っているものを、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。 42 , 43

- ① 大脳：感覚・運動
- ② 大脳：思考・記憶・感情
- ③ 間脳：血糖量調節・体温調節
- ④ 間脳：血圧の調節・消化液の分泌
- ⑤ 中脳：眼球運動・姿勢保持
- ⑥ 小脳：からだの平衡の維持・随意運動の調節
- ⑦ 延髄：心臓拍動・血管収縮
- ⑧ 延髄：摂食の調節・睡眠

(3) 循環系に関する次の文章を読み、以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 ～]

ア) 心臓や血管などで構成される循環系は、体液を全身にめぐらせ、細胞と体外環境の間で物質や熱などを効率よく交換できるように働いている。血管系には動脈と静脈の間をつなぐ毛細血管があり、血管内のみを血液が流れる閉鎖血管系と、血液が動脈から組織の隙間に流れ出て、その後静脈を経て心臓に戻るイ) 開放血管系がある。

ヒトの肺循環では、心臓の から出た血液は、 を経て肺に入って酸素を取り込み、かわりに二酸化炭素を放出して心臓の に戻る。体循環では、心臓の から出た血液は、全身をめぐり、からだの各部の細胞に酸素を供給し、かわりに二酸化炭素を受け取って心臓の に入る。

1) 上の文章の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 左心室 | ② 右心室 | ③ 左心房 | ④ 右心房 |
| ⑤ 大動脈 | ⑥ 大静脈 | ⑦ 肺動脈 | ⑧ 肺静脈 |

2) 下線部ア)の心臓や血管の構造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。

- ① 魚類は1心房1心室であり、両生類、は虫類および鳥類は、2心房1心室である。
- ② ヒトの心臓の心音の第2音は、房室弁が閉じる時に発生する。
- ③ 左心房の上部には、洞房結節という規則的に電気刺激を出す特殊な細胞がある。
- ④ 動脈は、最も内側に内皮が、内皮の外側に横紋筋の層が、さらにその外側に弾力に富む層がある。
- ⑤ 毛細血管は内皮のみからできており、血しょうが組織に漏れ出て組織液となる。

3) 下線部イ)の開放血管系の動物の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑭の中から1つ選べ。 50

A: フナ B: カエル C: ミミズ D: バッタ E: エビ
F: ハト G: イルカ H: イモリ I: イヌ J: ヘビ

- ① A, B, C, D, E, F, H, J ② B, E, H, J ③ A, B, H, J
④ C, D, H ⑤ C, D, E ⑥ F, G, I ⑦ D, E
⑧ B, J ⑨ A, E ⑩ C, H ⑪ F, I
⑫ G, I ⑬ B, H ⑭ C, D