

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)～6)に答えよ。

[解答番号 ～]

細胞は生物の基本単位である。細胞には共通して、染色体、細胞膜、細胞質基質がある。また、タンパク質合成の場である が存在する。植物細胞は、動物細胞には無い や葉緑体、発達した液胞などがある。 には隣り合う細胞同士で細胞膜がつながった が存在する。

1) 上の文章中の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑫の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|---------|---------|-----------|
| ① 核 | ② 核膜 | ③ 子実体 | ④ 核小体 |
| ⑤ 小胞体 | ⑥ 細胞壁 | ⑦ ゴルジ体 | ⑧ ギャップ結合 |
| ⑨ 原形質連絡 | ⑩ リソソーム | ⑪ リボソーム | ⑫ ミトコンドリア |

2) 単細胞の生物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 五界説では、単細胞の生物は原生生物界に入れられる。
- ② ケイ藻やゾウリムシは、単細胞の生物である。
- ③ 単細胞の大腸菌は、多細胞生物であるヒトの赤血球の細胞よりも大きい。
- ④ 同じ働きをする単細胞の生物が集まって組織を形成する。

3) 細胞の形の変化や細胞内の構造物の移動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 細胞が分裂する時にくびれるのは、アクチンフィラメントの働きによるものである。
- ② 細胞の分裂期中間径フィラメントが染色体を両極に運ぶ。
- ③ 植物細胞の形は細胞膜の内側にある細胞壁によって決められている。
- ④ 細胞質流動(原形質流動)は、細胞骨格である中間径フィラメントと其上を移動するモータータンパク質によって起きる。

4) 細胞膜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。 6

- ① リン脂質分子が親水性の部分に向かい合わせにするようにして2層に並んで形成されている。
- ② 輸送タンパク質が細胞内外の濃度勾配に従って能動輸送を行っている。
- ③ ゴルジ体などから分離した小胞は細胞膜と融合して内部の物質を細胞外へ放出する。
- ④ 多細胞生物の細胞間の情報は、標的細胞が受容体（レセプター）と呼ばれる多糖類で受容することで伝達される。

5) 細胞は分裂して数を増やす。細胞分裂には体細胞分裂と減数分裂がある。体細胞分裂にはみられないが、減数分裂にあてはまる特徴を、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。 7 , 8

- ① 相同染色体が交さしているキアズマができる。
- ② 染色体が凝集し、赤道面に並ぶ。
- ③ 相同染色体同士が並んで接着する。
- ④ 細胞質分裂が起こって細胞が二分され、分裂が終了する。
- ⑤ DNAが合成されるS期があり、その後、分裂の準備をするG₂期がある。
- ⑥ 染色体は動原体の部分と結びついた紡錘糸によって両極に移動する。

6) 動物の受精卵は1つの細胞が分裂を繰り返して数を増やし、それぞれの細胞は様々なはたらきをもつ細胞へと分化していく。胚の形態形成に関する説明として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 9

- ① 形成体（オーガナイザー）は、近くの未分化の細胞群にはたらきかけて分化を誘導する。
- ② 受精直後の卵細胞の細胞質は均一なため、二分する方向を様々に変えて結索（強く縛ること）しても、2個体の幼生へと発生する。
- ③ カエルなどの脊椎動物は無脊椎動物とは異なり、前後軸（頭尾軸）に沿って器官形成をする遺伝子が働く。
- ④ 特定の働きを持つ細胞になるだけでなく、計画的に死んで消失することにより形態形成するエンドサイトーシスと呼ばれるものがある。

(2) 植物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 ～]

光合成は葉緑体のチラコイド膜で行われる反応と、ストロマで行われる反応の大きく分けて2つの反応によって成り立っている。チラコイド膜上で行われる反応では、光エネルギーが化学エネルギーに転換される。光化学系の反応中心にあるクロロフィルが活性化し、電子を受容体に渡して、代わりに の分解によって生じた電子を受け取って、 された状態にもどる。この の分解によって生じた電子を受け取って合成されたNADPHと、ATP合成酵素によって合成されたATPは、ストロマで行われる で使われる。

1) 上の文章中の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑨の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① O₂ ② CO₂ ③ H₂O ④ 酸化 ⑤ 還元
⑥ 固定 ⑦ 電子伝達系 ⑧ クエン酸回路 ⑨ カルビン・ベンソン回路

2) 次の図1はA～Cの異なる波長の発光をするライトの波長とその強度を示している。以下の問いア～ウに答えよ。

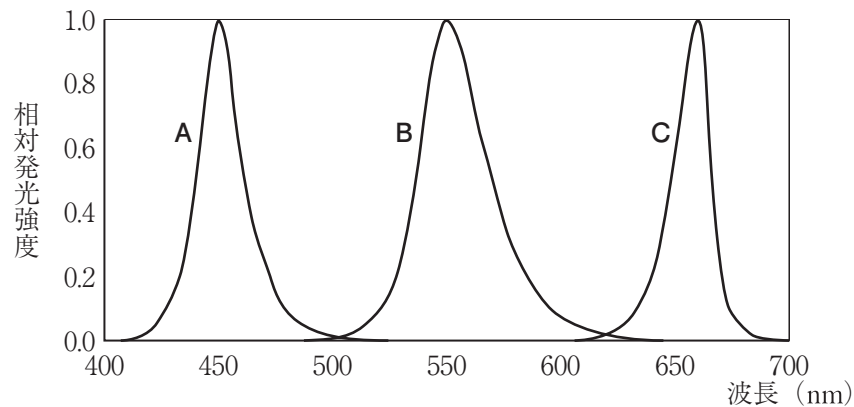


図1 3種のライトの波長と発光強度

ア. 光合成をする植物を育てるうえで最も適さない波長のライトを、次の①～⑥の中から1つ選べ。

- ① A ② B ③ C ④ AとB ⑤ AとC ⑥ BとC

イ. 光発芽種子であるレタスの種を発芽に適した水と温度の条件におき、図1のAのライトを当てたところ、発芽しなかった。この種子を発芽させる操作として最も適当なものを、次の①～④の中から2つ選び、**14** に2つマークせよ。

- ① 図1のBのライトを当てる。 ② 図1のCのライトを当てる。
③ ジベレリンを与える。 ④ アブシシン酸を与える。

ウ. 植物が受容する光の波長は気孔の開閉にも関わっている。気孔の開閉に関わる光受容体が受容する光の波長と一致するライトとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。**15**

- ① A ② B ③ C ④ AとB ⑤ AとC ⑥ BとC

3) 特定の波長の光を受けて気孔の開閉を調節する受容体として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。**16**

- ① フィトクロム ② フォトリポピン ③ オーキシン ④ サイトカイニン

4) 植物は気孔を開けて炭素固定に利用する二酸化炭素を取り込むが、一方で蒸散によって水分を失う。乾燥した環境や、高温で光が強い環境に適応した植物として、C₄植物とCAM植物がある。これらの植物の説明として最も適当なものを、次の①～④の中からそれぞれ1つずつ選べ。

C₄植物：**17**，CAM植物：**18**

- ① 熱帯原産のトウモロコシやベンケイソウがこの植物に該当する。
② 主に葉肉細胞において二酸化炭素をC₄化合物の有機酸にしたのち、維管束鞘細胞に運び、そこでふたたび二酸化炭素に分解する。
③ 夜間に気孔から二酸化炭素を取り込んでC₄化合物の有機酸に固定する。
④ 気孔から取り込んだ二酸化炭素はルビスコを使ってホスホグリセリン酸(PGA)に固定する。

5) 葉緑体のチラコイド膜の脂質二重層を H^+ が透過するように薬品で処理したとする。この場合、どのようなことが起きると予想されるか。その説明として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 19

- ① 光を当てなくても NADPH が合成されるようになる。
- ② 光を当てても ATP 合成は妨げられる。
- ③ 特に変化はなく、光を当てると光合成が行われる。
- ④ 光を当てるとチラコイド内外の pH が逆転する。

(3) メダカに関する以下の問い1)～6)に答えよ。

[解答番号 20 ～ 25]

野生のメダカは1900年代には日本の小川や水田で一般的にみられる生物であったが、現在ではレッドデータブックに載るほど ア) 希少な生物 となった。近年、北日本の集団と、南日本の集団とで遺伝的に異なることが明らかになり、2011年に北日本の集団は イ) 新しい種 として認識され、学名が与えられた。この2種は、ウ) ある遺伝子の塩基配列の比較から、分子時計を使って約400万年～500万年前に分かれたと推定されている。

一方でメダカには人為選択によって様々な品種が作られている。代表的なものがヒメダカと呼ばれる黄色の体色の品種で、野生のメダカは体色が黒色である。この体色の表現型は、ある遺伝子座の2種類の対立遺伝子によって決まり、エ) 黒色の体色の遺伝子は黄色の体色の遺伝子に対して優性である。

1) 下線部 ア) に関して、野生のメダカの減少について説明した文章として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 20

- ① 里山の増加によって人為攪乱の機会が増えたため、減少した。
- ② 類似した生態的地位（ニッチ）を有する外来生物のオオクチバスとの競争の影響で減少した。
- ③ 河川改修による生息域の減少や不適切な放流による遺伝的攪乱により減少した。
- ④ 各生息域に環境収容力に近い個体数が生息していたため、アリー効果により減少した。

2) 下線部 イ) の種の学名として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

21

- ① キタノメダカ
- ② Ricefishes
- ③ *Oryzias sakaizumii* Asai, Senou and Hosoya
- ④ Family Adrianichthyidae

3) 2種に分けられたメダカは、いくつかの地点で同所的に生息している。このことについての説明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 このように同所的に生息している地点があっても、生殖的隔離が生じていれば別種として扱うことに問題はない。
- ② このように同所的に生息しているということは、これらが同所的種分化の結果により生じた種であることを示している。
- ③ このように同所的に生息している場合、生殖的隔離が生じることはなく、種分化が起きることはない。
- ④ 地理的隔離が長く続き遺伝的な変化が蓄積して、生殖的隔離が生じた場合のみ種分化が起きる。

4) 下線部ウ)の分子時計についての説明として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 23

- ① アミノ酸配列の違いなど、遺伝子の塩基配列以外の比較では推定できない。
- ② 中立説で考えられるように、遺伝子の変化率がおよそ一定であることを前提にしている。
- ③ 重要な働きに関わる遺伝子の部分はイントロンなどに比べて変化が速く、よく推定に利用される。
- ④ 突然変異が起きている場合は推定できない。

5) 下線部Ⅰ)に関して、ある池で何世代も重ねているメダカ個体群において、体色はこの2つの対立遺伝子によって決まると仮定する。ある時点で、この集団の黒色の遺伝子頻度が0.2だった。この集団中の遺伝子頻度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。 24

- ① 黒色の体色の遺伝子のみを有する個体の割合は下の図2の **B** の四角の面積に等しい。
- ② 黒色の体色だが、黄色の体色の遺伝子も有する個体の割合は図2の **A** の四角の面積と **D** の四角の面積の和に等しい。
- ③ 黄色の体色の個体の割合は図2の **A** の四角の面積と **B** の四角の面積の和に等しい。
- ④ 黄色の体色の遺伝子を有する個体の割合は図2の **C** の四角の面積に等しい。

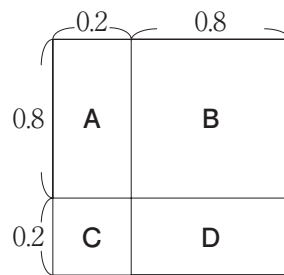


図2 遺伝子頻度

6) 上の5)の推定は、このメダカ個体群においてハーディ・ワインベルグの法則が成り立つことを前提にしている。この法則が**成り立たない場合の理由**として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 25

- ① 体色の違いにより、捕食者に捕らえられる割合が異なった。
- ② 体色の違いによる雌の雄に対する好みに偏りはなく、異なる体色間でも繁殖が行われた。
- ③ 水温が高く、産卵数が例年よりも多かった。
- ④ 池が人為的に広げられ、生息地が拡大した。

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

II

(配点 75)

(1) 神経や受容器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 **26** ～ **38** 〕

ヒトの神経系は、中枢神経系と末梢神経系に大別される。中枢神経系には、脳と **26** が含まれる。末梢神経系は、感覚器官や骨格筋を支配する **27** 系と内臓や分泌腺を支配する **28** 系に分けられる。

1) 上の文章中の空欄 **26** ～ **28** に入る最も適当なものを、次の①～⑫の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|----------|----------|--------|--------|
| ① 延髄 | ② 有髄神経繊維 | ③ 内分泌 | ④ 開放 |
| ⑤ 体性神経 | ⑥ 自律神経 | ⑦ 閉鎖 | ⑧ リンパ |
| ⑨ 無髄神経繊維 | ⑩ 脊髄 | ⑪ 運動神経 | ⑫ 感覚神経 |

2) 神経系の作用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。

29

- ① 感覚神経は、瞳孔の拡大を引き起こす。
- ② 交感神経は、胃や小腸のぜん動の抑制を引き起こす。
- ③ 副交感神経は、気管支の拡張を引き起こす。
- ④ 運動神経は、すい臓のすい液分泌の促進を引き起こす。

3) 脳に関する記述として誤っているものを、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。 **30** , **31**

- ① 脳梁は、左右の大脳半球を連結する神経繊維の束のことである。
- ② 間脳は、視床と視床下部からなる。
- ③ 視床は、体内の状態を監視および制御する自律神経系の重要な中枢である。
- ④ 橋は、大脳と小脳をつなぐ神経繊維の通り道であり、運動の制御に関与している。
- ⑤ 中脳は、眼球運動や瞳孔反射、姿勢保持などに関与している。
- ⑥ 小脳は、脳幹の前側にあり、随意運動の総括的な統合を行う中枢である。

4) 次の図1は、大脳の左半球の主な機能領域を模式的に示したものである。以下の ～ の領域として最も適当なものを、図1の①～⑦の中からそれぞれ1つずつ選べ。

随意運動の領域：

視覚の領域：

聴覚の領域：

皮膚感覚の領域：

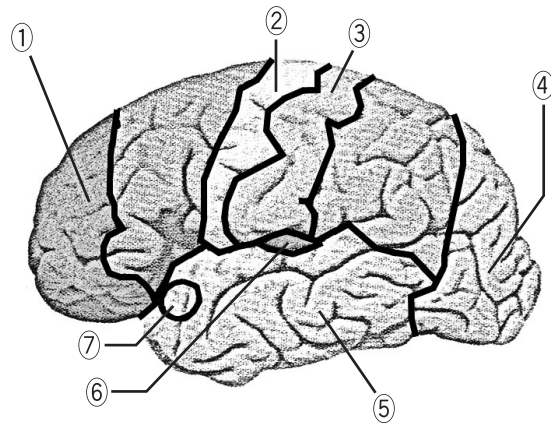


図1 大脳の左半球の主な機能領域

5) 反射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。

- ① 反射の中樞は、主に脊髄、延髄、中脳にあり、大脳での判断を介さずに反応する。
- ② 興奮の伝わる神経の経路（受容器 → 感覚神経 → 反射中枢 → 運動神経 → 効果器）を反射弓という。
- ③ 瞳孔反射は、網膜で受容した光刺激が、中脳を通過して虹彩へ伝えられて起こる。
- ④ しつがい腱反射では、受容された刺激が、脊髄内の2つのシナプスを介して運動神経に伝えられる。

6) 刺激の受容に関する記述として誤っているものを、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。 ,

- ① 受容器は、刺激の種類ごとに決まった感覚細胞をもち、特定の刺激（適刺激）だけに反応する。
- ② 瞳孔の調節は、虹彩の伸縮によって行われ、目に入る光の量を自動的に調節している。
- ③ 視細胞は、盲斑とかん体細胞の2種類に区別される。
- ④ 内耳には、前庭と半規管と呼ばれる2つの平衡感覚器があり、体の傾きや回転を感知する。
- ⑤ 鼓膜は、中耳の耳小骨を介して卵円窓を揺さぶり、振動をうずまき管内のリンパ液へ効率よく伝える働きをしている。
- ⑥ 聴細胞の感覚毛が基底膜と触れ合って、物理的な刺激として音の刺激が受容される。

(2) 血液循環に関する次の文章を読み、以下の問い1)～9)に答えよ。

〔解答番号 39 ～ 50 〕

次の図2は、2つのカエルの心臓を用いた、心臓の拍動を制御する物質について調べるための実験装置を模式的に示したものである。心臓Ⅰを流れ出た^{ア)}リンガー液が、心臓Ⅱに流れ込むようにした。なお、この実験装置の状態でも、心臓は、規則正しく拍動しているものとする。この後、^{イ)}心臓Ⅰにつながっている副交感神経に電気刺激を与え、心臓Ⅰと心臓Ⅱの拍動数の変化を観察した。

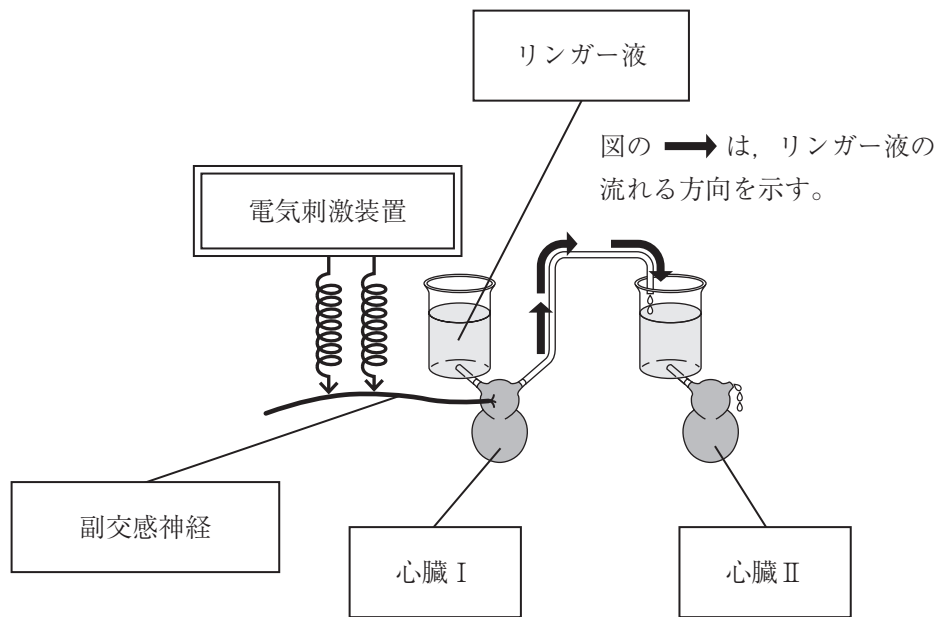


図2 心臓の拍動数の変化を観察する実験装置

1) 下線部^{ア)}のリンガー液は、体液に似た塩類溶液である。ヒトの細胞外液のイオン組成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。 39

- ① Na^+ と Cl^- が最も多い。
- ② Na^+ と K^+ が最も多い。
- ③ K^+ と Ca^{2+} が最も多い。
- ④ Mg^{2+} と Ca^{2+} が最も多い。

2) 下線部イ)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2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 40 , 41

- ① 電気刺激を加えると心臓Ⅰの拍動数が増加する。
- ② 電気刺激を加えると心臓Ⅰの拍動数が減少する。
- ③ 電気刺激を加えても心臓Ⅰの拍動数は変化しない。
- ④ 電気刺激を加えると心臓Ⅱの拍動数が増加する。
- ⑤ 電気刺激を加えると心臓Ⅱの拍動数が減少する。
- ⑥ 電気刺激を加えても心臓Ⅱの拍動数は変化しない。

3) 図2の実験結果から神経伝達物質の存在が推測された。この神経伝達物質として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 42

- ① チロキシン ② 糖質コルチコイド ③ インスリン ④ アセチルコリン

4) ヒトの心臓内部には2種類の弁があり、心房と心室の間の弁を房室弁、心室と大動脈や肺動脈の間の弁を半月弁という。これらの働きにより、血液は、逆流せずに一方向へ流れ、心臓から全身への循環が保たれている。これらの弁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。 43

- ① 1回の心周期の間、通常、房室弁と半月弁の両方が同時に開く期間がある。
- ② 1回の心周期の間、通常、房室弁と半月弁の両方が同時に閉じる期間がある。
- ③ 心室に血液が送り込まれた後、房室弁が閉じる。
- ④ 心室から血液が送り出された後、半月弁が閉じる。

5) ヒトの血管系の構造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。 44

- ① 心臓からの血液を送り出す部分の動脈の血管壁は弾力性に富んでいる。
- ② 大動脈は、心臓の拍動に伴って脈動する。
- ③ 心臓からの血液を送り出す部分の動脈の血管壁はヒトの動脈の中で最も薄い。
- ④ 血圧は、動脈の中では大動脈で最も高く、静脈では動脈より低い。

6) ヒトの血液凝固や血小板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。 45

- ① 血液凝固因子の働きにより、血液中で水に溶けにくい繊維状のフィブリンが形成される。
- ② 繊維状のフィブリンは、血球と絡み合って血べいを形成し、傷口をふさぐ。
- ③ 血液を試験管に入れて静置すると、血べいと血しょうに分かれる。
- ④ 血小板は、核を持たない小さな細胞で、傷口に集合して血液凝固を引き起こす。

7) 次の図3は、ヒトの安静時と運動時における各器官の血流量を比較したものである。図3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。 46

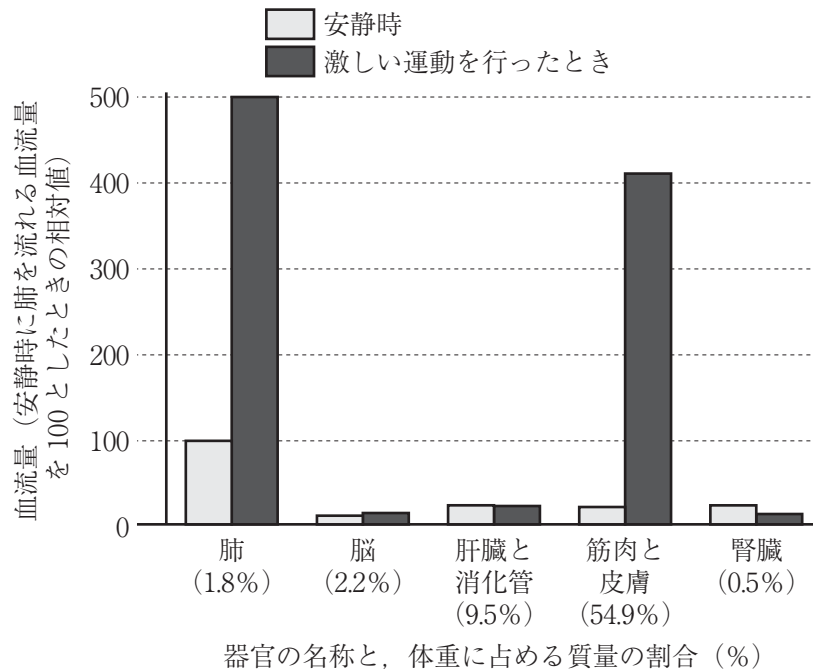


図3 各器官の血流量の比較

- ① 肝臓と消化管は、体重の9.5%の質量であり、安静時の血流量は、肺血流量の約20%である。
- ② 腎臓は、体重の0.5%の質量であるが、安静時の血流量は、肺血流量の約20%である。
- ③ 筋肉と皮膚は、体重の54.9%の質量であり、安静時の血流量は、肺血流量の約20%である。
- ④ 筋肉と皮膚の運動時の血流量は、運動時の肺血流量の約80%に達する。
- ⑤ 運動時の肺血流量は、安静時と比較し、約2倍に増加する。

8) 酸素とヘモグロビンの結合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。 47

- ① ヘモグロビンと酸素の結合は、血液中の酸素や二酸化炭素濃度および pH によって大きく変化する。
- ② 酸素濃度と酸素ヘモグロビンの割合との関係を示した曲線を酸素結合曲線と呼ぶ。
- ③ 何%のヘモグロビンが酸素と結合しているかを示す数値を酸素飽和度と呼ぶ。
- ④ 酸素とヘモグロビンが結合した酸素ヘモグロビンは鮮紅色である。

9) 次の図4は、酸素濃度と酸素ヘモグロビンの割合との関係を示したものである。

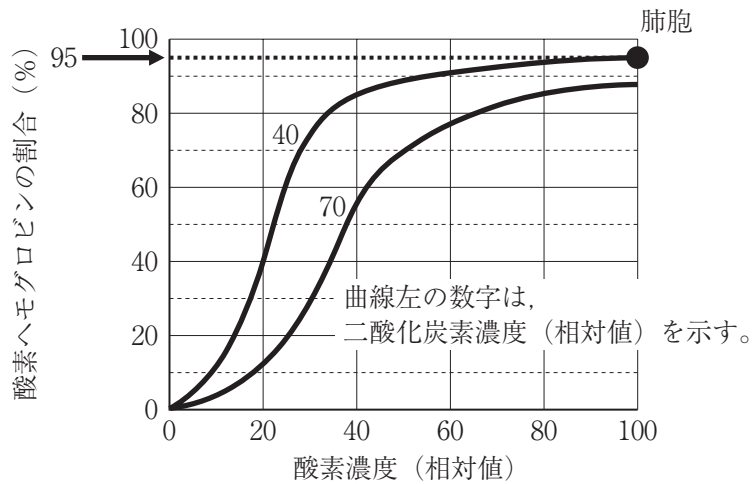


図4 酸素濃度と酸素のヘモグロビンの割合との関係

[条件]

血液 100 mL 中に含まれるヘモグロビンの量は成人で 15 g、ヘモグロビン 1 g は約 1.4 mL までの酸素と結合できる。肺胞の血液の二酸化炭素濃度を 40、静脈血の酸素濃度を 30、二酸化炭素濃度を 70 とする。

図4と上の[条件]を用い、以下のア～ウの文章中の空欄 ～ に入る最も適当な数値を、下の①～⑯の中からそれぞれ1つずつ選べ。

ア. 肺胞の血液に含まれるヘモグロビンと結合している酸素は、血液 100 mL あたり約 mL である。

イ. 組織では、肺胞の血液から運搬される酸素ヘモグロビンの約 % が酸素を解離する。

ウ. 肺胞の血液が組織を通過する間に血液 100 mL あたり約 mL の酸素を放出する。

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 6 | ④ 12 |
| ⑤ 14 | ⑥ 20 | ⑦ 21 | ⑧ 25 |
| ⑨ 30 | ⑩ 40 | ⑪ 58 | ⑫ 66 |
| ⑬ 68 | ⑭ 70 | ⑮ 95 | ⑯ 100 |