

生物

◀家政(健康栄養)・看護(看護)学部▶

(60 分)

1 次の各問いは総合問題である。それぞれの問いに答えなさい。

問 1 DNA の抽出実験について、次の文中の (ア) と (イ) に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。 1

文：食塩水と中性洗剤を混合した DNA 抽出液と (ア) を乳鉢に入れてすりつぶす。その後、ガーゼでろ過し、冷やしておいた (イ) を静かに注ぐと、繊維状の DNA が析出する。

	ア	イ
①	ブロッコリーの花芽	食塩水
②	ブロッコリーの花芽	エタノール
③	ブロッコリーの花芽	酢酸
④	ヒトの赤血球	食塩水
⑤	ヒトの赤血球	エタノール
⑥	ヒトの赤血球	酢酸

問 2 過酸化水素水にニワトリの肝臓片を加えると、激しく気体が放出された。この反応の触媒としてはたらく酵素の名称と、生じた気体の名称の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。 2

	酵素の名称	気体の名称
①	アミラーゼ	二酸化炭素
②	アミラーゼ	酸素
③	アミラーゼ	窒素
④	カタラーゼ	二酸化炭素
⑤	カタラーゼ	酸素
⑥	カタラーゼ	窒素

問 3 スダジイが優占する極相林についての記述として最も適切なものを、次の①～⑤の中から 1 つ選

びなさい。 3

- ① 森林の最上部の林冠には、ヤブツバキなどが多く葉を広げている。
- ② 森林の地面付近の林床には、アカマツなどの幼木が生育している。
- ③ シラビソが優占する極相林よりも階層構造が発達している。
- ④ おもな構成樹種は、ブナやミズナラである。
- ⑤ 土壌の表面には腐植土層があり、その下には落葉・落枝の層がある。

問 4 DDT は、生物濃縮される物質として知られている。アメリカのロングアイランドにおける食物連鎖(図 1)について、イワシ 1kg に含まれる DDT は 0.2mg、ダツ類 10g に含まれる DDT は 0.02mg で、コアジサシの体内の DDT 濃度はダツ類の 3 倍であった。コアジサシの体内の DDT 濃度はイワシの体内の DDT 濃度の何倍か。最も適切なものを、下の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

4

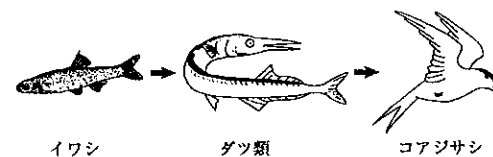


図 1

- ① 10 倍 ② 30 倍 ③ 100 倍 ④ 120 倍 ⑤ 300 倍

問 5 次の 2 つの食物連鎖についての記述として最も適切なものを、下の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。なお、生態ピラミッドにおいて上位の栄養段階の値の方が下位よりも大きくなることを、ピラミッドの逆転という。 5

食物連鎖 1: 1 本の樹木 → ガの幼虫 → シジウカラ

食物連鎖 2: 草本 → シマウマ → ライオン

- ① 食物連鎖 1 では、個体数ピラミッドが一部逆転しているが、生物量ピラミッドは逆転していない。
- ② 食物連鎖 1 では、個体数ピラミッドと生物量ピラミッドの両方が逆転している。
- ③ 食物連鎖 2 では、個体数ピラミッドは逆転していないが、生物量ピラミッドが逆転している。
- ④ 食物連鎖 2 では、個体数ピラミッドと生物量ピラミッドの両方が逆転している。
- ⑤ 食物連鎖 1 と食物連鎖 2 では、生態ピラミッドの逆転は起こっていない。

問 6 ヒトの静止期 (G₀ 期) の細胞当たりの DNA 量を X とした場合、分裂期 (M 期) の造血幹細胞の細胞当たりの DNA 量と分裂準備期 (G₂ 期) の造血幹細胞の細胞当たりの DNA 量の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。 6

	分裂期 (M 期)	G ₂ 期
①	0.5X	X
②	0.5X	2X
③	X	X
④	X	2X
⑤	2X	X
⑥	2X	2X

問 7 ヒトの物理的・化学的な生体防御, および自然免疫についての記述として最も適当なものを, 次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。 [7]

- ① 皮膚の表面は角質層でおおわれており, 粘液の分泌と繊毛運動で異物を排除している。
- ② マクロファージや NK 細胞による食作用は, 自然免疫の一種である。
- ③ 消化管や皮膚にはヒトには無害な細菌 (常在菌) がおり, 病原体の繁殖などが抑えられている。
- ④ ウイルスに感染した細胞は, キラー T 細胞のはたらきで排除することができる。
- ⑤ 体内に侵入した微生物に対して, リンパ球が抗体を産生することができる。

[2] 呼吸と光合成, 生物の多様性と共通性について, 次の A, B を読み, 各問いに答えなさい。

A 生物が二酸化炭素から有機物を合成することを炭酸同化という。特に, 光エネルギーを利用して行う炭酸同化は (a) 光合成と呼ばれる。植物に光を照射して光合成が行われているとき, 植物は同時に呼吸も行っている。照射する光の強さを徐々に強くしていくと, ある光の強さで (ア), 二酸化炭素の吸収も放出もみられなくなる。このときの光の強さのことを (イ) という。

沈水植物であるオオカナダモを用いて, 光合成による有機物の合成について調べるための実験を行った。なお, 有機物の合成の有無は, オオカナダモの葉にヨウ素液を落とし, 顕微鏡で観察して判定した。

実験 1 水中の二酸化炭素濃度を高く保ち, 適温 (20℃) で, 光を照射して光合成による有機物の合成の有無を調べた。

実験 2 水中の二酸化炭素濃度を高く保ち, 低温 (5℃) で, 光を照射して光合成による有機物の合成の有無を調べた。

実験 3 水中の二酸化炭素濃度を低く保ち, 適温 (20℃) で, 光を照射せず光合成による有機物の合成の有無を調べた。

実験 4 水中の二酸化炭素濃度を低く保ち, 低温 (5℃) で, 光を照射せず光合成による有機物の合成の有無を調べた。

問 1 下線部 (a) について, 植物の光合成についての記述として 適当でないもの を, 次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。 [8]

- ① 植物の光合成は, 葉緑体で行われる。
- ② 植物の光合成では, ATP が合成される。
- ③ 植物の光合成では, ATP が利用される。
- ④ 植物の光合成では, 酸素が消費される。
- ⑤ 植物の光合成には, さまざまな酵素が関与する。

問 2 文中の (ア) に入る短文と (イ) に入る語句の組合せとして最も適当なものを, 次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。 [9]

	ア	イ
①	呼吸速度と光合成速度が等しくなり	光補償点
②	呼吸速度と光合成速度が等しくなり	光飽和点
③	呼吸と光合成の両方が行われなくなり	光補償点
④	呼吸と光合成の両方が行われなくなり	光飽和点
⑤	光合成速度が上限に達し	光補償点
⑥	光合成速度が上限に達し	光飽和点

問 3 実験 1～実験 4 のうち, 実験 1 のみで光合成による有機物の合成が観察された。これらの実験についての考察として最も適当なものを, 次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。 [10]

- ① 実験 1 と実験 2 の結果から, 光合成には適温が必要であることがわかる。
- ② 実験 1 と実験 3 の結果から, 光合成には二酸化炭素が必要であることがわかる。
- ③ 実験 1 と実験 4 の結果から, 光合成には適温が必要であることがわかる。
- ④ 実験 2 と実験 3 の結果から, 光合成には温度が関係しないことがわかる。
- ⑤ 実験 2 と実験 4 の結果から, 光合成には光が関係しないことがわかる。

B (b) 生物には多様性と共通性が存在している。また, 生物のからだを構成する細胞には, 形や大きさなどに多様性がみられるが, (c) 共通した基本構造も存在する。

問 4 地球上の全生物は共通の祖先から進化したと考えられており, このことが生物に共通性が存在する理由とされる。生物の進化について述べた次の文中の (ウ) と (エ) に入る語句の組合せとして最も適当なものを, 下の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。 [11]

文: 生物が世代を経ていく中で, 生活する環境に適するようになることを (ウ) といい, このように生物が進化してきた道筋のことを (エ) という。

	ウ	エ
①	適応	系統樹
②	適応	系統
③	遷移	系統樹
④	遷移	系統
⑤	共生	系統樹
⑥	共生	系統

問5 下線部 (b) について、次の④～⑥の生物の分類についての記述として最も適当なものを、下の①～⑤の中から1つ選びなさい。 12

④ イタドリ ⑤ アゾトバクター ⑥ イシクラゲ ⑦ コウモリ

- ① ④と⑤と⑥は独立栄養生物、⑦は従属栄養生物である。
 ② ④と⑦は動物、⑤と⑥は原核生物である。
 ③ ④と⑥は独立栄養生物、⑤と⑦は従属栄養生物である。
 ④ ④と⑥と⑦は真核生物、⑤は原核生物である。
 ⑤ ④は植物、⑤は菌類、⑥と⑦は動物である。

問6 下線部 (c) についての記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

13

- ① すべての細胞は細胞膜をもち、その厚さは約5～10μmである。
 ② すべての細胞は細胞壁をもち、その厚さは約5～10μmである。
 ③ すべての細胞はミトコンドリアをもち、その長さは1～数μmである。
 ④ すべての細胞の細胞内には、水、タンパク質、ATPが含まれる。
 ⑤ すべての細胞は核をもち、核の中にはDNAとRNAが存在する。

③ 遺伝情報の発現について、次のA、Bを読み、各問に答えなさい。

A 図1は、セントラルドグマに基づいた遺伝子発現の流れを示した模式図であり、ア～ウは物質を、A～Cは過程を示している。

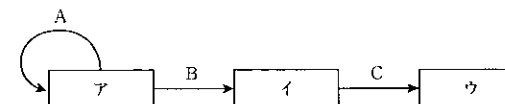


図1

多細胞生物のからだを構成する分化した細胞では、すべての遺伝子が常にはたらくていないわけではなく、(a) 組織や器官によってはたらく遺伝子が異なっている。(b) 遺伝子が発現している様子は、ショウジョウバエやユスリカの幼虫のだ腺染色体などで観察することができ、だ腺染色体には所々にバフが観察できる。

問1 図1のアの物質と、Cの過程の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。 14

	ア	C
①	DNA	転写
②	DNA	複製
③	DNA	翻訳
④	タンパク質	転写
⑤	タンパク質	複製
⑥	タンパク質	翻訳

問2 下線部 (a) についての記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

15

- ① ヒトのすい臓のランゲルハンス島B細胞は、インスリンの遺伝子をもつが、アルブミンの遺伝子をもたない。
 ② ヒトの肝細胞は、アルブミン遺伝子をもつが、インスリンの遺伝子をもたない。
 ③ ヒトの水晶体の細胞は、クリスタリンの遺伝子もインスリンの遺伝子をもつが、インスリンの遺伝子を発現していない。
 ④ ヒトの筋肉細胞は、抗体の遺伝子もヘモグロビンの遺伝子もち、両方の遺伝子を発現している。
 ⑤ ヒトの皮膚の細胞は、ケラチンの遺伝子もアルブミンの遺伝子もち、アルブミンの遺伝子だけを発現している。

問3 下線部 (b) に関連する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

16

- (1) エスリカの幼虫の頭部をつまんで消化管を引き抜くと、消化管につながった腺が出てくる。
 (2) だ腺は、消化液を血液中に分泌することから、内分泌腺の一種である。
 (3) だ腺染色体の大きさは、通常の細胞の分裂期 (M 期) に観察される染色体とほぼ同じである。
 (4) だ腺染色体は、染色をしなくても濃い赤色をしており、多数の横じまが観察される。
 (5) バフの部分では、盛んに DNA の合成が行われている。

B 遺伝子の本体が DNA であることは、肺炎球菌 (肺炎双球菌) や T₂ ファージを用いた研究から明らかになった。また、DNA がらせん構造をとる物質であることは、(コ) らの行った研究結果から推定され、DNA が 2 本のスクレオチド鎖からなり、スクレオチド鎖どうしは (オ) の間で結合し、二重らせん構造をとっているというモデルが、ワトソンとクリックによって発表された。

問 4 下線部 (c) についての記述として最も適当なものを、次の(1)～(5)の中から 1 つ選びなさい。

17

- (1) ネズミに生きた肺炎球菌の S 型菌と T₂ ファージを混合して注射しても、肺炎を発病しない。
 (2) 加熱殺菌した肺炎球菌の S 型菌と生きた R 型菌を試験管内で混合すると、生きた S 型菌が見れる。
 (3) 加熱殺菌した肺炎球菌の S 型菌と加熱殺菌した R 型菌を試験管内で混合すると、生きた R 型菌のみが増殖する。
 (4) T₂ ファージはネズミの細胞に感染するウイルスである。
 (5) T₂ ファージを肺炎球菌の R 型菌に感染させると、R 型菌が S 型菌に形質転換する。

問 5 文中の (コ) に入る人名、(オ) に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の(1)～(6)の中から 1 つ選びなさい。 18

	コ	オ
(1)	シャルガフ	塩基と塩基
(2)	シャルガフ	塩基とリン酸
(3)	シャルガフ	塩基と糖
(4)	ウィルキンス	塩基と塩基
(5)	ウィルキンス	塩基とリン酸
(6)	ウィルキンス	塩基と糖

問 6 ある動物の遺伝子 X は 1200 塩基対からなり、グアニン (G) の数の割合が 23% であることがわかっていて、この遺伝子 X に含まれるチミン (T) の数として最も適当なものを、次の(1)～(5)の中から 1 つ選びなさい。

19

- (1) 276 個 (2) 324 個 (3) 400 個 (4) 552 個 (5) 648 個

4 生物の体内環境とその維持について、次の A、B を読み、各問いに答えなさい。

A 我々は食事をしていて、血糖濃度の上昇などが原因となって満腹感が生じるため、過度な摂食を止めることができる。遺伝的な肥満マウスの研究により発見されたホルモン L は、摂食行動を抑制するホルモンである。ホルモン L は脂肪細胞から分泌され、視床下部の細胞に作用して、本来、その分泌量はフィードバックによって厳密に調節されている。

肥満マウスには餌を食いつけるために体重が正常マウスの 3～4 倍になる系統 O と系統 D が存在し、一方はホルモン L の産生に異常があり、他方はホルモン L の受容体に異常があることがわかっていて、この 2 つの系統と正常マウスを用いて以下の実験を行った。

実験 1 外科的手術により正常マウスと系統 O マウスの血管を結合させ、両者の血液が行き来するようにして飼育した。その結果、系統 O マウスの食欲が低下し、正常マウスとほぼ同じ体重になった。

実験 2 正常マウスと系統 D マウスを**実験 1**と同様に結合して飼育した。その結果、系統 D マウスの体重は変わらなかったが、正常マウスが餌を食いつけなくなり体重が減少していった。

問 1 小腸から吸収されたグルコースは肝臓に送られ、その一部はグリコーゲンとなり貯蔵される。このことについての記述として最も適当なものを、次の(1)～(5)の中から 1 つ選びなさい。 20

- (1) 小腸から吸収されたグルコースの大部分は、肝動脈を通して肝臓に送られる。
 (2) 小腸から吸収されたグルコースの大部分は、胆汁の成分となる。
 (3) 肝臓でのグリコーゲンの合成は、アドレナリンによって促進される。
 (4) 肝臓でのグリコーゲンの分解は、グルカゴンによって促進される。
 (5) 肝臓でのグリコーゲンの合成は、糖質コルチコイドによって促進される。

問 2 下線部 (a) についての記述として最も適当なものを、次の(1)～(5)の中から 1 つ選びなさい。

21

- (1) 視床下部には、バソプレシンを合成する細胞が存在する。
 (2) 視床下部には、成長ホルモンを合成する細胞が存在する。
 (3) 視床下部には、チロキシンを合成する細胞が存在する。
 (4) 視床下部には、バソトルモンを合成する細胞が存在する。
 (5) 視床下部には、甲状腺刺激ホルモンを合成する細胞が存在する。

問 3 **実験 1**と**実験 2**の結果についての考察として合理的でないものを、次の(1)～(5)の中から 1 つ選びなさい。 22

- (1) **実験 1**では、正常マウスの脂肪細胞から分泌されたホルモン L が系統 O マウスの体内ではたらくと考えられる。
 (2) **実験 2**では、系統 D マウスの血液が正常マウスに流入したことで、正常マウスのホルモン L の受容体が機能しなくなったと考えられる。
 (3) **実験 2**の正常マウスの視床下部の細胞は、実験前よりもホルモン L の作用を強く受けていると

考えられる。

- ④ 実験 1, 2 の結果より, 系統 O マウスはホルモン L の産生に異常があり, 系統 D マウスはホルモン L の受容体に異常があると考えられる。
- ⑤ 系統 O マウスと系統 D マウスを実験 1 と同様に結合して飼育した場合, 系統 O マウスの体重が減少していくと考えられる。

B 脊椎動物の体液は, (b) 血液, 組織液, リンパ液に分けられ, (c) 体液は体内を循環している。血液は心臓から送り出され, 毛細血管に達すると血しょうの一部がしみ出して組織液となる。組織液の多くは再び血管に戻り, 一部はリンパ管を介して静脈へ戻る。(d) からだの各細胞が呼吸を行うために必要な酸素は, 赤血球に含まれるヘモグロビンによって運搬される。一方, 各細胞の呼吸で生じる二酸化炭素の多くは, 炭酸水素イオンとして血しょうに溶けて運搬される。

問 4 下線部 (b) についての記述として最も適当なものを, 次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

23

- ① ヒトの赤血球は, 血液 1mm^3 中に 20～40 万個存在している。
- ② ヒトの血小板は, 傷口に集まるとフィブリンを分泌する。
- ③ 健康なヒトの血しょう 1mL 中には, 0.1g のグルコースが溶けている。
- ④ ヒトの血しょう中の Na^+ 濃度は, K^+ 濃度よりも高い。
- ⑤ ヒトの血しょう中には, 腎臓でつくられる尿素などのタンパク質が多く溶けている。

問 5 下線部 (c) に関連して, 肺動脈の血流量 (右心室からの血液拍出量) と大動脈の血流量 (左心室からの血液拍出量) を比べると, 大動脈の血流量の方が若干多いことが知られている。これは, 気管支に栄養分などを送る特別な血液循環系の存在が原因である。この血液循環系を血液が流れる際の, 考えられる経路として最も適当なものを, 次の①～④の中から 1 つ選びなさい。

24

- ① 大動脈 → 気管支動脈 → 気管支 → 気管支静脈 → 大静脈
- ② 大動脈 → 気管支動脈 → 気管支 → 気管支静脈 → 肺静脈
- ③ 肺動脈 → 気管支動脈 → 気管支 → 気管支静脈 → 大静脈
- ④ 肺動脈 → 気管支動脈 → 気管支 → 気管支静脈 → 肺静脈

問 6 下線部 (d) について, 図 1 の 2 本のグラフは, あるヒトの二酸化炭素濃度 (相対値) が 40, または 70 における酸素解離曲線である。ただし, 肺胞での酸素濃度 (相対値) を 100, 二酸化炭素濃度を 40, 組織での酸素濃度 (相対値) を 30, 二酸化炭素濃度を 70 とする。このヒトの血液が組織で解離する酸素は, 組織に運ばれてきた酸素のおよ何%になるか。最も適当なものを, 下の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。ただし, 血液が肺胞から組織に運ばれる途中で, 酸素の解離は起こらないものとする。

25

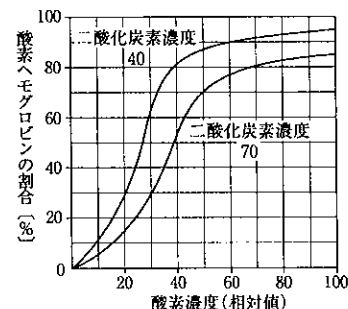


図 1

- ① 30% ② 32% ③ 35% ④ 60% ⑤ 65% ⑥ 68%