

◇ 生 物

生 4－1～生 4－16 まで 16 ページあります。

第1問 生物の特徴に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 地球上には、さまざまな環境に適応した数千万種の多種多様な生物が生活していると考えられている。生物には環境に適応するため様々な多様性があるが、(a) 共通性もみられる。例えば、細胞の内部構造は(b) 真核細胞と原核細胞で違いがあるものの、すべての生物は細胞を基本単位とすることが共通の特徴である。

問1 下線部(a)に関連して、生物の共通性に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 遺伝情報の本体は DNA であり、すべての生物は細胞内に DNA をもっている。
- ② RNA は細胞分裂の際に複製され、半保存的複製により新しい細胞に情報が引き継がれる。
- ③ 代謝によって取り出されたエネルギーは、DNA の高エネルギーリン酸結合に蓄えられ、様々な反応に利用される。
- ④ すべての生物は、外界から取り入れた無機物から有機物を合成して生活している。

問2 下線部(b)に関して、真核細胞からなる生物を真核生物という。真核生物として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① ユレモ
- ② ネンジュモ
- ③ オオカナダモ
- ④ イシクラゲ

問 3 原始的な真核生物の内部に共生した原核生物が特定の細胞小器官になったとする考えを細胞内共生説（共生説）という。細胞内共生説に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 3

- ① 原始的な真核生物に好気性細菌が取り込まれて、葉緑体になったと考えられている。
- ② 原始的な真核生物にシアノバクテリアが取り込まれて、ミトコンドリアになったと考えられている。
- ③ ミトコンドリアと葉緑体は、細胞核と異なる独自の遺伝物質として RNA を利用していることが細胞内共生説の根拠の一つである。
- ④ ミトコンドリアと葉緑体の二重の膜のうち、内膜は取り込まれた原核生物に由来することが細胞内共生説の根拠の一つである。

B シャルガフは様々な生物の DNA について、4 種類の塩基の割合を比較し、アことを明らかにした。この事実とフランクリンらの DNA の X 線回折の実験結果から、1953 年にワトソンとクリックが DNA の二重らせん構造モデルを発表した。

問 4 空欄アに当てはまる文として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① アデニンとウラシル、グアニンとチミンの割合が等しい
- ② アデニンとチミン、グアニンとシトシンの割合が等しい
- ③ 4 つの塩基の割合が異なっている
- ④ 4 つの塩基の割合が等しい

問 5 ある生物の DNA に含まれる塩基の組成を調べたところ、グアニンの割合が 26% であった。この DNA に含まれるアデニンの割合 (%) として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 5 %

- ① 13 ② 24 ③ 52 ④ 74

第 2 問 生物の体内環境の維持に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問 1～5）に答えよ。〔解答番号 6 ～ 10〕

A ヒトの腎臓は腹腔背側に一対あり、血液中の成分から尿を生成している。

アには糸球体とボーマンのうからなる腎小体（マルピーギ小体）があり

アからイにかけて細尿管（腎細管）とそれに続く集合管がある。腎小体では血液中の成分が糸球体からボーマンのうへとろ過され、原尿となる。原尿が細尿管と集合管を通過する過程で、(a)多くの成分は周囲の毛細血管へと再吸収され、再吸収されなかった成分が尿となる。

問 1 空欄 ア・イに当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

	ア	イ
①	皮質	髓質
②	皮質	腎う
③	腎う	皮質
④	腎う	髓質
⑤	髓質	皮質
⑥	髓質	腎う

問 2 血液に関する記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

7

- ① 血液凝固は、採取した血液を静置した場合にも見られる。
- ② 健康なヒトの血液中には、質量パーセント濃度で 0.1%程度のグルコースが含まれる。
- ③ 安静時に腎臓に流入する血液は、心臓を出た血液の 15%を超える。
- ④ 有形成分のうち、血液 1 mm^3 あたりの個数が最も多いのは血小板である。
- ⑤ 腎臓での血液の流れは、体循環に含まれる。

問 3 下線部 (a) に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

8

- ① 健康なヒトでは、原尿中のグルコースは 90% 程度再吸収され、残りは尿中に排出される。
- ② 通常、原尿から再吸収される量が最も多い物質は、タンパク質である。
- ③ 副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドは、細尿管から Na^+ の再吸収を促進する。
- ④ 集合管での水の再吸収を促進するホルモンはすい臓のランゲルハンス島 B 細胞で合成される。
- ⑤ 水と各種の無機塩類の再吸収率は常に等しくなるように調節されている。

B ヒトの体には体外から侵入してきた異物を排除する免疫のしくみが備わっている。これには、自然免疫と適応免疫（獲得免疫）がある。自然免疫は、食作用を示す細胞によって担われ、様々な異物に対して自身の細胞の表面にあるトル様受容体（TLR）と呼ばれるタンパク質などによって、異物を認識している。一方、適応免疫には細胞性免疫と体液性免疫があり、体液性免疫では 細胞から分化した抗体産生細胞が放出する抗体が重要な役割を担う。適応免疫のはたらきの中で一度侵入した異物の情報は体内に保存され、同じ異物が繰り返し侵入してきた場合に、反応の速さは一度目の侵入時と比べて 。

問 4 空欄 ・ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ウ	エ
①	T	より速くなる
②	T	変化しない
③	T	より遅くなる
④	B	より速くなる
⑤	B	変化しない
⑥	B	より遅くなる

問 5 ある抗原 X と、これに感染したことのないマウスを用意した。このマウスに抗原 X を接種したところ、血液中の抗原 X に対する抗体量は図 1 のグラフ A のように変化した。抗原 X の接種から 50 日目に、同じマウスに再び抗原 X を接種したとき、血液中の抗原 X に対する抗体量の変化を示すグラフはどれか。最も適当なものを、図 1 の①～④から一つ選べ。 10

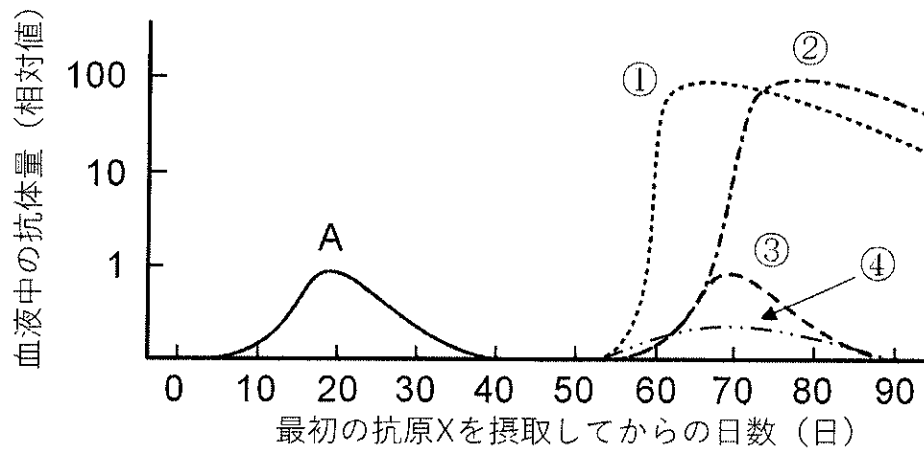


図 1 マウス M の抗原 X に対する抗体量の変化

第3問 窒素の循環に関する次の文章を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

タンパク質，核酸，ATPなどに含まれる窒素(N)は，生物にとって不可欠な元素であり，図1に示したように生態系の中を循環している（図中の矢印は窒素化合物の移動を表し，A～Eは土壌中の微生物である）。窒素(N)は，窒素ガス(N_2)として大気中の体積の約 %を占めている。多くの生物は大気中の窒素ガス(N_2)を直接利用することができない。しかしながら，図中のDの微生物は大気中の窒素ガス(N_2)を取り込んで，植物が利用可能な窒素化合物に変換することができる。このはたらきを という。

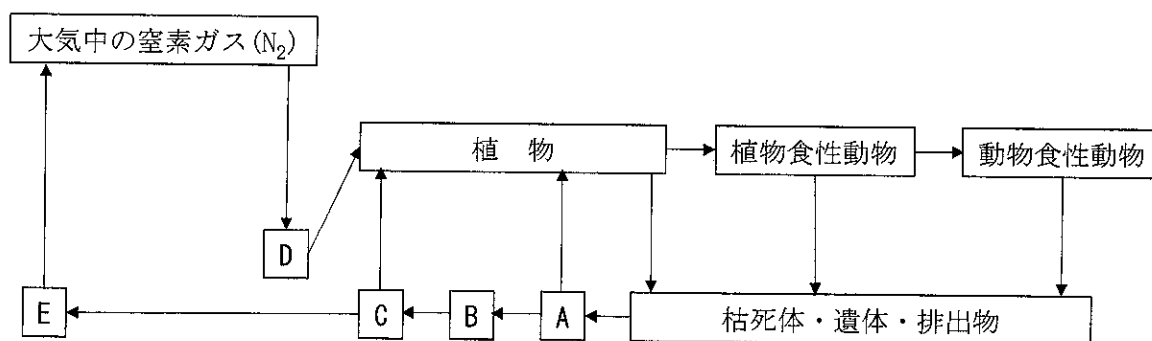


図1 窒素循環の模式図

問1 空欄 に当てはまる数値として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

- ① 0.04 ② 4 ③ 21 ④ 78

問2 空欄 に当てはまる語として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

- ① 脱窒素
② 窒素固定
③ 窒素同化
④ 窒素循環

問 3 図 1 の A～E のうち根粒菌はどれか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

問 4 図 1 の C の微生物によって生成され、植物に取り込まれる物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 14

- ① アンモニウムイオン
② 亜硝酸イオン
③ 硝酸イオン
④ 二酸化窒素

問 5 窒素の循環に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 15

- ① 空中放電によって大気中の窒素が無機窒素化合物となり、雨水等に溶けて硝酸イオンとして植物に利用されることもある。
② 細菌、植物、動物は、無機窒素化合物から有機窒素化合物を合成することができる。
③ 生物によって固定される窒素の量は、工業的に固定される窒素の量よりも多い。
④ 河川や海洋中の窒素化合物の減少が赤潮発生の原因の一つとなっている。

第 4 問 生命現象と物質に関する次の文章を読み、後の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号 16 ~ 20]

生物は、呼吸や発酵によって有機物から取り出した化学エネルギーを、ATP を介して生活に活用している。このうち発酵には様々な反応があるが、排出物として有機物が生じ、ATP を生成する効率は低い。これに対し呼吸は、(a) 乳酸発酵やアルコール発酵と共通した ATP 生成の過程に加え、(b) クエン酸回路および(c) 酸化的リン酸化によって ATP 生成が行われるため、(d) 同量の有機物から生成される ATP 量は、発酵に比べて格段に多い。

問 1 生物が ATP のエネルギーを介して行っていることとして誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- ① 植物における光合成による有機物の合成
- ② ヒトの胃内における消化液によるタンパク質の分解
- ③ ミドリムシにおける鞭毛による遊泳
- ④ ヒトにおける筋肉の収縮による運動

問 2 下線部(a)に関する記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

17

- ① 乳酸発酵の過程では、有機物の酸化反応だけでなく還元反応も行われる。
- ② 乳酸発酵では、消費したグルコースと同重量の乳酸が生じる。
- ③ アルコール発酵では、消費したグルコースと同重量のエタノールが生じる。
- ④ ヒトの細胞では乳酸発酵と同じ反応は行えるが、アルコール発酵と同じ反応は行えない。

問 3 下線部 (b) に関して、クエン酸回路の反応過程で生じる物質の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- ① オキサロ酢酸，コハク酸，リンゴ酸
- ② オキサロ酢酸，コハク酸，グルタミン酸
- ③ コハク酸，リンゴ酸，酢酸
- ④ コハク酸，リンゴ酸，グルタミン酸

問 4 下線部 (c) に関連して、酸化リン酸化と類似した ATP 合成機構として光リン酸化と呼ばれる反応が知られている。酸化リン酸化およびこれと関連した反応を [反応 1]，光リン酸化およびこれと関連した反応を [反応 2] とするとき、真核生物における [反応 1] と [反応 2] の共通点と相違点についての記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

- ① [反応 1] も [反応 2] も、ともに二酸化炭素が生成する。
- ② [反応 1] も [反応 2] も、ともに水素イオンの濃度勾配を利用する。
- ③ [反応 1] では水が消費されるが、[反応 2] では水は生成も消費もされない。
- ④ [反応 2] では酸素が生成するが、[反応 1] では酸素は生成も消費もされない。

問 5 下線部 (d) に関して、呼吸の全過程で生成する ATP 量をグルコース 1 分子当たり 38ATP とするとき、呼吸で生成する ATP 量は、同量のグルコースを消費した場合のアルコール発酵で生じる ATP 量の何倍にあたるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 20 倍

- ① 8 ② 12 ③ 16 ④ 19 ⑤ 38

第 5 問 生殖と発生に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1～5) に答えよ。〔解答番号 21 ～ 25〕

A (a) 細胞分裂の形式には、体細胞分裂と減数分裂がある。生殖細胞の配偶子形成の際に減数分裂が起こる。1 個の母細胞が減数分裂を終えると、最終的に ア 個の娘細胞を生じる。この時、母細胞の核相は イ であるのに対して、娘細胞は ウ となっている。

問 1 下線部 (a) について、体細胞分裂では見られず、減数分裂だけで見られる現象として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

- ① 核内に分散していた染色体が、細胞周期の間期に複製される。
- ② 中心体が分裂して両極に移動する。
- ③ 二価染色体が赤道面に並ぶ。
- ④ 核膜が生じて、細胞質分裂が起こる。

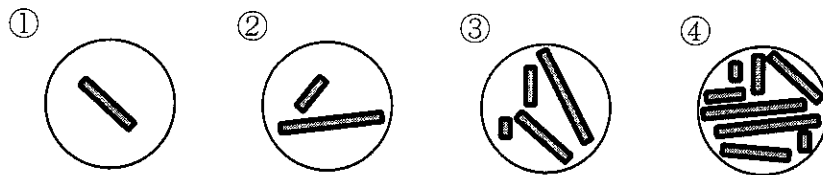
問 2 空欄 ア ～ ウ に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

	ア	イ	ウ
①	2	2n	n
②	4	2n	n
③	2	4n	2n
④	4	4n	2n

問 3 図 1 は、ある生物の生殖細胞の母細胞の染色体構成である。この母細胞が減数分裂を完了することで生じる娘細胞の染色体構成として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23



図 1 ある生物の母細胞の染色体構成



B 誘導によって形態形成が起こるには、誘導を受ける側の細胞や組織がその作用に応答する能力を持っていることも必要である。ニワトリの皮膚は **エ** の表皮と **オ** の真皮からなり、背中や腹部の皮膚には羽毛が、肢（あし）の皮膚にはウロコが形成される。

背中と肢の皮膚の原基を表皮と真皮に分け、それらを交換して組み合わせて培養すると、図 2 に示したような結果になった。

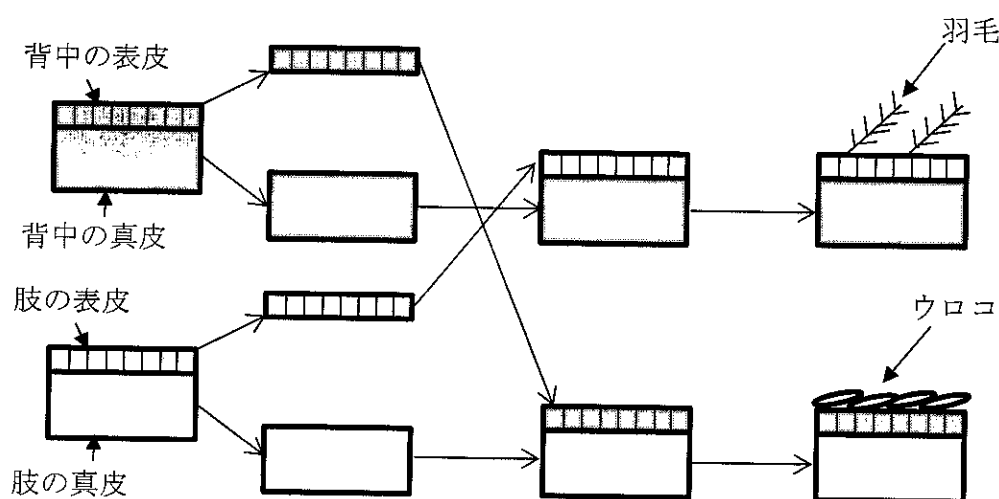


図 2 背中と肢の表皮と真皮の組合せの交換実験の結果

この結果から、皮膚の分化は真皮が決定すると考えられた。そこで、表皮の原基を取り出す時期によって表皮の分化に影響があるかを調べるために、次の実験を行った。

実験 ニワトリの受精卵をふ卵器で温め始めて、5日目および8日目の背中表皮の原基、10日目、13日目、15日目の肢の皮膚の原基をそれぞれ切り出した。次に、各皮膚の原基を表皮と真皮に分け、背中の表皮と肢の真皮をいろいろな組合せで結合して培養した。それぞれの組合せで培養したときの表皮の分化の結果を表 1 に示した。

表 1 背中の表皮と肢の真皮を結合したときの表皮の分化

肢の真皮	背中の表皮	
	5 日目の胚	8 日目の胚
10 日目の胚	羽毛	羽毛
13 日目の胚	ウロコ	羽毛
15 日目の胚	ウロコ	羽毛

問 4 空欄 **エ** ・ **オ** に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **24**

	エ	オ
①	内胚葉性	中胚葉性
②	内胚葉性	外胚葉性
③	中胚葉性	内胚葉性
④	中胚葉性	外胚葉性
⑤	外胚葉性	内胚葉性
⑥	外胚葉性	中胚葉性

問 5 表 1 の結果に関する記述として最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **25**

- ① 表皮の分化は，表皮によってのみ決定する。
- ② 表皮の分化は，真皮によってのみ決定する。
- ③ 表皮の予定運命は，5日目までに決定している。
- ④ 8日目以降，表皮は真皮の誘導作用に反応しなくなる。
- ⑤ 13日目以降，真皮は誘導作用を失う。

第 6 問 生物の環境応答に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1～5) に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A カエルのふくらはぎから (a) 神経筋標本 を作製し、生理食塩水に浸した。筋肉と神経の接続部から距離 5.0 cm の地点に閾値を超える電気刺激を与えると、5.0 ミリ秒後に筋収縮がみられた。また、筋肉と神経の接続部から 3.0 cm の地点に閾値を超える電気刺激を与えると、4.0 ミリ秒後に筋収縮がみられた。また、直接筋肉に閾値を超える刺激を与えた場合、1.2 ミリ秒後に筋収縮がみられた。

問 1 この神経の興奮の伝導速度 (m/ 秒) として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 m/ 秒

- ① 0.20 ② 2.0 ③ 20 ④ 200

問 2 この神経と筋肉の接合部 (シナプス) での伝達に要する時間は何ミリ秒か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 ミリ秒

- ① 1.3 ② 1.5 ③ 2.0 ④ 2.5

問 3 下線部 (a) に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 筋肉に直接刺激を与えて興奮がみられた場合、その興奮は筋肉から神経へ伝わる。
② 神経から筋肉に放出される神経伝達物質はアセチルコリンである。
③ 筋肉に連絡する神経は、カエルの体内では脊髄の背根を通る。
④ 神経の軸索を刺激して興奮が生じた場合、興奮は髄鞘から髄鞘へと伝わる。

B 植物に光が当たったり，植物体内の二酸化炭素が不足したりすると，気孔は
 ア。一方，植物が乾燥状態におかれると，気孔がイことで水分の減少を防ぐ。このとき葉でアブシシン酸が急速に合成される。アブシシン酸は，孔辺細胞で
 ウチャンネルを開き，エへウを大量に移動させることで，孔辺細胞の浸透圧を低下させる。次いで，水が細胞外へ出て膨圧が低下し，気孔がイ。その結果，植物体内からの水の減少が防がれ，乾燥した環境に応答することができる。

問4 空欄ア・イに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，
 後の選択肢から一つ選べ。 29

	ア	イ
①	開く	開く
②	開く	閉じる
③	閉じる	開く
④	閉じる	閉じる

問5 空欄ウ・エに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，
 後の選択肢から一つ選べ。 30

	ウ	エ
①	Na^+	細胞内
②	Na^+	細胞外
③	K^+	細胞内
④	K^+	細胞外