

2021 年度入学試験問題

理 科(生物)

(60分)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子は開かないでください。
2. この問題冊子は 15 ページあります。試験中、ページの脱落等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
解答用紙(マークシート)の汚れなどに気づいた場合も、同様に知らせてください。
3. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、汚したりしないでください。
4. 解答は、すべて解答用紙(マークシート)に記入し、解答用紙(マークシート)の枠外には、なにも書かないでください。
5. 試験問題は、問 1～問 38 まであります。
解答用紙(マークシート)には、問題番号が 1～50、選択肢が①～⑩まで印刷されていますが、解答にあたっては、各設問に指示された選択肢の数の中から選んで解答してください。
6. マークは必ず HB の黒鉛筆を使用し、訂正する場合は、完全に消してからマークしてください。
7. 監督者の指示に従って、解答用紙(マークシート)に解答する科目、受験番号をマークするとともに、受験番号および氏名を記入してください。
8. 解答する科目、受験番号、解答が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

I. 免疫に関する次の記述を読み、問1～問7に答えなさい。

マウスに、これまで過去に侵入したことのない抗原 X を注射した。その後、40 日後に抗原 X の 2 回目の注射をした。下図は、1 回目、2 回目の抗原 X 注射後の血清中における抗原 X に対する抗体濃度の推移を表したものである。図中のア～エのいずれかは、2 回目の注射後の抗原 X に対する抗体濃度の推移である。このような生体反応の性質は広く医療に应用されている。

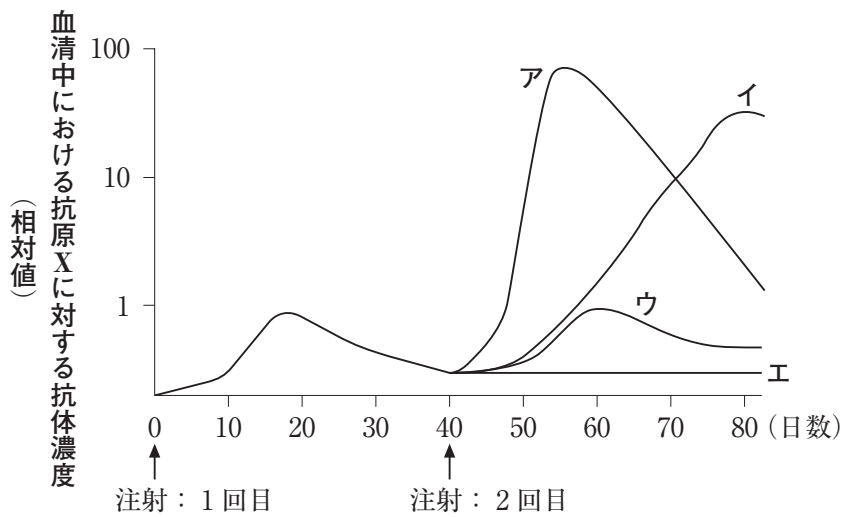


図 抗体濃度の推移

問 1 抗原 X に対する抗体産生反応として正しいものはどれか。次の①～⑦のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① 細胞性免疫 ② 化学的防御 ③ 物理的防御 ④ 自然免疫
- ⑤ 体液性免疫 ⑥ 食作用 ⑦ 拒絶反応

問 2 1 回目の抗原 X 注射後の抗原 X に対する抗体産生反応として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① マクロファージが感染細胞を増強する。
- ② キラー T 細胞が抗原を認識する。
- ③ B 細胞が増殖し、形質細胞へと分化する。
- ④ 特定の抗原と抗体が特異的に結合し、抗原を毒化する。
- ⑤ ナチュラルキラー(NK)細胞が異常細胞そのものを排除する。

問 3 図中のア～エのうち、2 回目の抗原 X 注射後の抗原 X に対する抗体濃度の推移として正しいものはどれか。次の①～④のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ

問 4 問 3 の抗体濃度の推移の理由として正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① マスト細胞の一部が抗原提示をしたため。
- ② リンパ球の一部が記憶細胞として体内に残っていたため。
- ③ 自分自身に対して免疫がはたらかない状態をつくったため。
- ④ ナチュラルキラー(NK)細胞が異常細胞そのものを排除したため。
- ⑤ 好中球がすばやく異物を取りこみ、ともに死滅したため。
- ⑥ 異物に対する免疫反応が過敏になり、アレルギーを起こしたため。

問 5 図中のア～エのうち、2 回目の注射の際、抗原 X の代わりに抗原 X とは無関係な抗原 Y を注射した後の抗体濃度の推移として正しいものはどれか。次の①～④のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ

問 6 文中の下線部に関する次の記述の a, b に入る語の組合わせとして正しいものはどれか。下の①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

弱毒化した病原体やその産物を接種し、抗体をつくる能力を人工的に高めて免疫を獲得させる方法を(a)といい、(a)の際に投与するものを(b)という。

- | | a | b |
|---|------|------|
| ① | 血清療法 | 毒素 |
| ② | 血清療法 | ワクチン |
| ③ | 血清療法 | 抗体 |
| ④ | 予防接種 | 毒素 |
| ⑤ | 予防接種 | ワクチン |
| ⑥ | 予防接種 | 抗体 |

問 7 問 6 の文中の a が適応される病気として正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① 関節リウマチ
- ② 花粉症
- ③ AIDS(後天性免疫不全症候群)
- ④ I 型糖尿病
- ⑤ アナフィラキシーショック
- ⑥ インフルエンザ

次ページ以降にも問題があります。

Ⅱ. 窒素循環に関する次の記述を読み、問 8～問 17 に答えなさい。

窒素は、タンパク質、アミノ酸、核酸、ATP などに含まれており、生物に不可欠な元素である。大気中の窒素は体積にして(a)%を占めているが、これを直接利用できる生物は限られている。(b)は大気中の窒素ガスをアンモニウムイオンにすることができる。アンモニウムイオンは、土壤中の硝化菌により硝酸イオンなどの無機窒素化合物に変えられる。土壤中に蓄積された硝酸イオンなどの無機窒素化合物は(c)に吸収され、タンパク質、アミノ酸、核酸、ATP などの有機窒素化合物の合成に使われる。さらにこれら有機窒素化合物は、食物連鎖を通して生態系内を移動し、さまざまな生物の生体物質として利用される。(d)の遺骸や排出物に含まれる有機窒素化合物は、(e)によって無機窒素化合物に変えられ、再び土壤中に戻される。また窒素化合物の一部は、(f)により遊離窒素となり大気中に放出される。

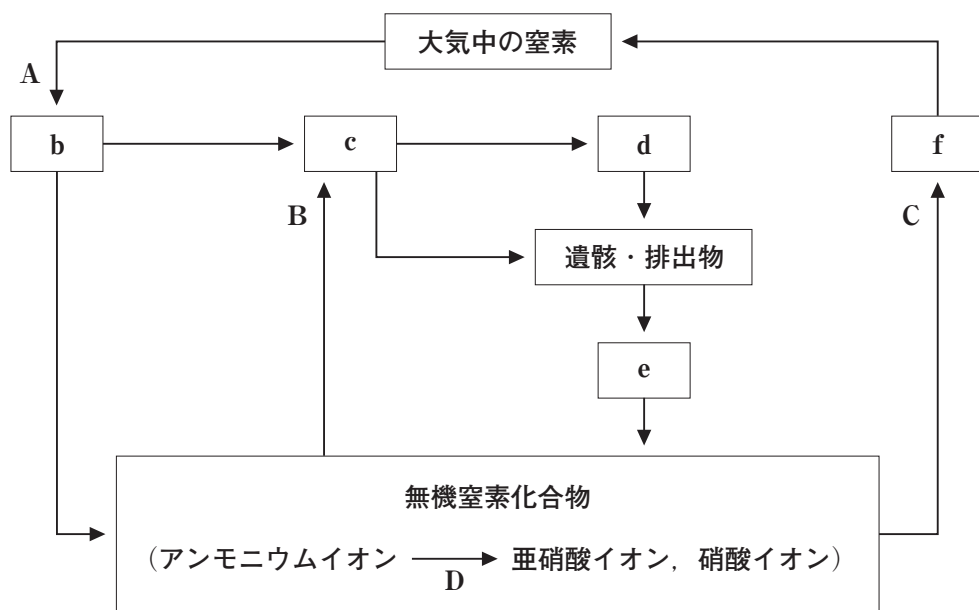


図 生態系における窒素の循環
(文中の記号と図中の記号は対応している。)

問 8 文中の a に入る数値として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も
 適当なものを一つ選びなさい。

- ① 4 ② 8 ③ 12 ④ 21 ⑤ 30
 ⑥ 50 ⑦ 62 ⑧ 78 ⑨ 90 ⑩ 98

問 9 文中、図中の b～f に入る語の組合わせとして正しいものはどれか。次の
 ①～⑩のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

	b	c	d	e	f
①	生産者	消費者	分解者	脱窒素細菌	窒素固定細菌
②	生産者	消費者	分解者	窒素固定細菌	脱窒素細菌
③	消費者	生産者	分解者	脱窒素細菌	窒素固定細菌
④	消費者	生産者	分解者	窒素固定細菌	脱窒素細菌
⑤	分解者	生産者	消費者	脱窒素細菌	窒素固定細菌
⑥	分解者	消費者	生産者	脱窒素細菌	窒素固定細菌
⑦	窒素固定細菌	生産者	消費者	分解者	脱窒素細菌
⑧	窒素固定細菌	脱窒素細菌	生産者	消費者	分解者
⑨	脱窒素細菌	生産者	消費者	分解者	窒素固定細菌
⑩	脱窒素細菌	窒素固定細菌	生産者	消費者	分解者

問10 文中、図中の b に該当する菌類・細菌として正しいものはどれか。次の①～
 ⑩のうちから適当なものを三つ選びなさい。(問 10 の解答欄に三つマークしな
 さい。)

- ① 根粒菌 ② 結核菌 ③ 乳酸菌
 ④ 亜硝酸菌 ⑤ 硝酸菌 ⑥ 大腸菌
 ⑦ シアノバクテリア ⑧ ゾウリムシ ⑨ アゾトバクター
 ⑩ 肺炎球菌

問11～問13 文中，図中の c (問 11)， d (問 12)， e (問 13)に該当する植物・動物として正しいものはどれか。問 11 と問 13 は，次の①～④のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。問 12 は，次の①～④のうちから適当なものを二つ選びなさい。(問 12 の解答欄に二つマークしなさい。)

- ① 緑色植物 ② 植食動物 ③ 肉食動物 ④ 土壌動物

問14～問17 図中の A～D は隣接する矢印のはたらきを示している。図中の A (問 14)， B (問 15)， C (問 16)， D (問 17)に入る語として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- ① 窒素固定 ② 窒素同化 ③ 硝化 ④ 脱窒
⑤ 地球温暖化 ⑥ 人間活動 ⑦ 光合成 ⑧ 生物濃縮
⑨ 遷移 ⑩ 火山活動

次ページ以降にも問題があります。

Ⅲ. 呼吸商と呼吸基質に関する次の記述を読み、問 18～問 30 に答えなさい。

呼吸によって呼吸基質が分解されたときに、放出された二酸化炭素(CO_2)と吸収された酸素(O_2)の体積比を呼吸商という。呼吸基質には炭水化物、脂肪、タンパク質が使われるが、構成成分の違いから、それぞれの呼吸商は、1.0、0.7、0.8の値を示す。炭水化物と脂肪は完全燃焼して水と CO_2 になるが、タンパク質はクレアチニンや尿素などの窒素化合物が未分解のまま尿中へ排泄される。したがってタンパク質の燃焼量を求めるには、尿中窒素量を測定する必要がある。

タンパク質 1.0 g が燃焼すると 0.2 g の尿中窒素が排泄され、このとき 1.0 L の O_2 が消費されるとする。また炭水化物および脂肪 1.0 g が消費されると 0.8 L および 2.0 L の O_2 が消費されるとする。あるヒトの O_2 消費量を a(L)、 CO_2 発生量を b(L)、尿中窒素量を c(g)とする。

問18 文中の下線部を表す式として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① CO_2/O_2 ② O_2/CO_2 ③ $\text{CO}_2 \times \text{O}_2$
④ $\text{O}_2/(\text{O}_2 + \text{CO}_2)$ ⑤ $\text{CO}_2/(\text{O}_2 + \text{CO}_2)$

問19, 問20 タンパク質の消費による O_2 消費量(L)(問 19)と CO_2 発生量(L)(問 20)を c を用いて表したときの値として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- ① c ② 2c ③ 3c ④ 4c ⑤ 5c
⑥ 6c ⑦ 7c ⑧ 8c ⑨ 9c ⑩ 10c

問21 脂肪および炭水化物の消費による O_2 消費量(L)の合計を a と c を用いて表したときの式として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① $a + c$ ② $a - c$ ③ $a + 5c$ ④ $a - 5c$ ⑤ $2a + 5c$
⑥ $2a - 5c$ ⑦ $3a + 5c$ ⑧ $3a - 5c$ ⑨ $4a + 5c$ ⑩ $4a - 5c$

問22 脂肪および炭水化物の消費による CO_2 発生量(L)の合計を b と c を用いて表したときの式として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① $b + c$ ② $b - c$ ③ $b + 4c$ ④ $b - 4c$ ⑤ $2b + 5c$
 ⑥ $2b - 5c$ ⑦ $3b + 5c$ ⑧ $3b - 5c$ ⑨ $4b + 5c$ ⑩ $4b - 5c$

問23 タンパク質の燃焼による分の CO_2 および O_2 を差し引いた脂肪および炭水化物の燃焼による呼吸商を非タンパク質呼吸商という。この値を a , b , c を用いて表したときの式として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① $(b + c)/(a + c)$ ② $(b - c)/(a - c)$
 ③ $(b + 4c)/(a + 5c)$ ④ $(b - 4c)/(a + 5c)$
 ⑤ $(b + 4c)/(a - 5c)$ ⑥ $(b - 4c)/(a - 5c)$
 ⑦ $(2b + 5c)/(2a + 5c)$ ⑧ $(2b + 5c)/(2a - 5c)$
 ⑨ $(2b - 5c)/(2a + 5c)$ ⑩ $(2b - 5c)/(2a - 5c)$

問24～問26 脂肪および炭水化物の消費量をそれぞれ $x(\text{g})$, $y(\text{g})$ としたとき、下表のア(問24), イ(問25), ウ(問26)に入る値として正しいものはどれか。次の①～⑩のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

	O_2 消費量(L)	CO_2 発生量(L)	呼吸商
脂肪消費量 $x(\text{g})$	ア	イ	0.7
炭水化物消費量 $y(\text{g})$	ウ	ウ	1.0

- ① $0.1x$ ② $0.7x$ ③ $1.4x$ ④ $2.0x$ ⑤ $2.4x$
 ⑥ $0.2y$ ⑦ $0.6y$ ⑧ $0.8y$ ⑨ $1.0y$ ⑩ $1.2y$

問27, 問28 脂肪消費量 x (g)(問 27)と炭水化物消費量 y (g)(問 28)を, それぞれ a, b, c を用いて表したときの式として正しいものはどれか。次の①~⑩のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| ① $(a + b + c)/3$ | ② $(a - b - c)/3$ |
| ③ $5(a + b + c)/3$ | ④ $5(a - b - c)/3$ |
| ⑤ $(7a + 10b + 5c)/12$ | ⑥ $(7a - 10b + 5c)/12$ |
| ⑦ $(-7a - 10b - 5c)/12$ | ⑧ $(7a - 10b - 5c)/12$ |
| ⑨ $5(7a + 10b + 5c)/12$ | ⑩ $5(-7a + 10b - 5c)/12$ |

問29, 問30 あるヒトの実測値が $a = 20.0, b = 18.0, c = 0.8$ とすると, 脂肪(問 29)および炭水化物(問 30)の消費量(g)として正しいものはどれか。次の①~⑩のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- | | | | | |
|-------|-------|--------|--------|--------|
| ① 0.5 | ② 1.0 | ③ 1.5 | ④ 2.0 | ⑤ 3.0 |
| ⑥ 6.0 | ⑦ 9.0 | ⑧ 12.0 | ⑨ 15.0 | ⑩ 18.0 |

次ページ以降にも問題があります。

IV. DNA の複製に関する次の記述を読み、問 31～問 38 に答えなさい。

すべての生物にとって DNA の複製は遺伝情報を伝達する上で必須のプロセスである。その過程は、(a) とよばれる特定の塩基配列の部分から(b) という酵素によって、DNA の 2 本鎖がほどかれて始まる。1 本鎖になった鋳型鎖に相補的な短い(c) といわれる RNA 鎖が合成され、この(c) に続いて、(d) がヌクレオチド鎖を伸長させる。(c) はその後分解され、DNA 鎖に置き換わる。(d) により合成されるヌクレオチド鎖の伸長は、(e) 側から(f) 側の方向にのみ起こる。新しく合成される鎖のうち、二重らせん構造がほどこけていく方向に連続的に伸長していく鎖を(g) といい、合成が進行する方向とヌクレオチド鎖が伸長する方向が逆向きで、不連続に複製される鎖を(h) という。(h) では、不連続な DNA 断片が合成され、(i) という酵素によって連結され、長いヌクレオチド鎖となる。このようにして複製された DNA は、もとの DNA とまったく同じ塩基配列をもち、鋳型鎖と新生鎖の組み合わせでできている。

問31～問35 文中の a (問 31), b (問 32), c (問 33), d (問 34), i (問 35) に入る語として正しいものはどれか。次の①～⑨のうちから最も適当なものを一つずつ選びなさい。

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| ① オペレーター | ② DNA リガーゼ | ③ DNA ヘリカーゼ |
| ④ RNA ポリメラーゼ | ⑤ DNA ポリメラーゼ | ⑥ 複製起点 |
| ⑦ プライマー | ⑧ プロモーター | ⑨ 岡崎フラグメント |

問36 文中の e ~ h の組合わせとして正しいものはどれか。次の①~⑧のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

	e	f	g	h
①	3'末端	5'末端	リーディング鎖	ラギング鎖
②	3'末端	5'末端	ラギング鎖	リーディング鎖
③	3'末端	5'末端	アンチセンス鎖	センス鎖
④	3'末端	5'末端	センス鎖	アンチセンス鎖
⑤	5'末端	3'末端	リーディング鎖	ラギング鎖
⑥	5'末端	3'末端	ラギング鎖	リーディング鎖
⑦	5'末端	3'末端	アンチセンス鎖	センス鎖
⑧	5'末端	3'末端	センス鎖	アンチセンス鎖

問37 ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法は、人工的に目的とする DNA 断片を複製して増幅する方法である。2本鎖の鋳型 DNA を1本鎖にほどこく方法として正しいものはどれか。次の①~⑤のうちから最も適当なものを一つ選びなさい。

- ① DNA 溶液の温度を約 55℃で1分間保つ。
- ② DNA 溶液の温度を約 74℃に加熱する。
- ③ DNA 溶液を約 4℃で遠心分離する。
- ④ DNA 溶液の温度を約 95℃に加熱する。
- ⑤ DNA 溶液を急速冷凍する。

問38 下図は，PCR 法によって増幅させたい DNA 領域の 1 本鎖の塩基配列である。6 塩基からなる 2 種類の(c)の塩基配列として正しいものはどれか。次の①～⑧のうちから適当なものを二つ選びなさい。(問 38 の解答欄に二つマークしなさい。)ただし，5′末端側から答えること。

3′-TACGCA・・・・GATTAC-5′

図 増幅させたい DNA 領域

(A はアデニン， T はチミン， G はグアニン， C はシトシン)

- ① TACGCA ② ATGCGT ③ ACGCAT ④ TGCGTA
⑤ CTAATG ⑥ CATTAG ⑦ GATTAC ⑧ GTAATC