

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 原核生物と真核生物に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大腸菌や酵母菌は、核膜で囲まれていない核をもつ。
- ② 原核生物には、葉緑体をもたなくても光合成を行うものがある。
- ③ 動物細胞にも植物細胞にも、細胞分裂時に紡錘糸形成の起点となる中心体が必ず見られる。
- ④ 真核生物においてゴルジ体は、細胞内で生じた不要なものを分解している。

問2 体細胞の染色体数が $2n = 8$ の生物で、4組の対立遺伝子 A, a と B, b と C, c と D, d がそれぞれ異なる染色体に存在する場合、この個体で生じる配偶子の遺伝子型は最大で何通りあるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 通り

- ① 4
- ② 8
- ③ 16
- ④ 32

問3 被子植物の配偶子形成と受精に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 胚珠では、胚のう母細胞の減数分裂により生じた胚のう細胞が2回体細胞分裂を行い、胚のうとなる。
- ② 成熟花粉では、小さな雄原細胞が大きな花粉管細胞の中に取り込まれた状態になっている。
- ③ 重複受精は、被子植物特有の受精様式である。
- ④ ナズナやアサガオでは胚乳は発達せず、栄養は胚の子葉に蓄えられる。

問4 脊椎動物の神経系に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 間脳と中脳と延髄をまとめて、脳幹という。
- ② 脊髄では、背根に運動神経が通っている。
- ③ 小脳には、眼球運動や瞳孔反射の中枢がある。
- ④ 中脳には、呼吸運動を制御する中枢がある。

問5 オーキシンによる現象として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 重力屈性 ② 頂芽優勢 ③ 離層形成の促進 ④ 不定根の形成

問6 ヒトの体液とその循環に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 成熟した赤血球には核がなく、内部のヘモグロビンにより酸素運搬を行う。
- ② 血小板は血液に約 7000 個/ mm^3 含まれ、血管が傷つくとそこに集まり、血液凝固反応にかかわる。
- ③ 心臓は二心房二心室であり、動脈血は左心房と左心室を流れる。
- ④ 血管には動脈、静脈、毛細血管があり、そのうち弁をもつのは静脈だけである。

問7 肝臓の構造とはたらきに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 肝臓は肝小葉が集まってできている。
- ② 肝臓に血液を運び込むのは肝動脈だけである。
- ③ 有害な尿素をアンモニアに変える。
- ④ 成人において赤血球を生産する場である。

生物基礎・生物

問8 日本中部地方の山岳地帯における垂直分布に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 丘陵帯には、落葉広葉樹を中心とした照葉樹林がみられる。
- ② 山地帯には、クチクラの発達した葉をもつシイ類やカシ類を中心とした夏緑樹林がみられる。
- ③ 亜高山帯には、アカマツやエゾマツなどからなる針葉樹林がみられる。
- ④ 高山帯には、低木のハイマツやクロユリなどの高山植物が分布する。

問9 新口動物の例として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

9

- ① ホヤ
- ② ウニ
- ③ ハマグリ
- ④ カエル

第2問 筋収縮と呼吸に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 筋肉の収縮は、酵素 ATP アーゼによる ATP の加水分解で生じるエネルギーを利用して行われる。

問1 脊椎動物の筋肉は、骨格筋・心筋・平滑筋の三つに大別される。ヒトの筋肉に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 骨格筋と平滑筋は中胚葉の体節から生じる。
- ② 心筋は中胚葉の側板から生じる。
- ③ 心筋は随意的に収縮する。
- ④ 骨格筋は、運動神経から分泌されるノルアドレナリンを受容すると収縮する。

問2 骨格筋における筋収縮の仕組みを示した次の文章中の ～ に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

骨格筋の筋細胞の膜にある受容体に、連絡する神経細胞から分泌された神経伝達物質が結合して活動電位が発生すると、筋小胞体から イオンが放出される。その結果、ATP アーゼとしてはたらく 頭部が活性化し、ATP が分解される。そして、生じたエネルギーにより 頭部が フィラメントをたぐり寄せ、筋収縮が起こる。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|------|------|
| ① | カリウム | アクチン | ミオシン |
| ② | カリウム | ミオシン | アクチン |
| ③ | カルシウム | アクチン | ミオシン |
| ④ | カルシウム | ミオシン | アクチン |

問3 図1は、サルコメア(筋節)の長さ(μm)と張力(%)の関係を示したものである。サルコメアにおける暗帯の長さ(μm)として最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 μm

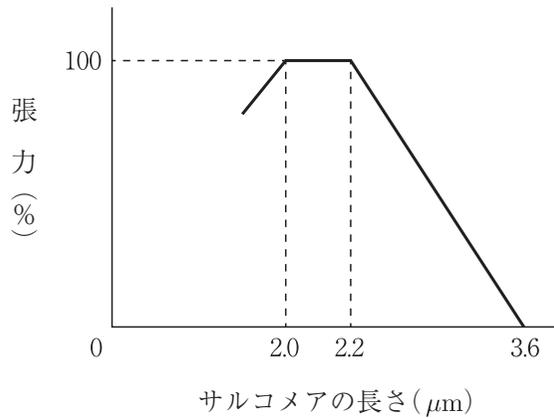


図 1

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.0 | ② 1.1 | ③ 1.2 | ④ 1.3 |
| ⑤ 1.4 | ⑥ 1.5 | ⑦ 1.6 | ⑧ 1.7 |

問4 ATPに関する記述として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① ATPを構成する塩基アデニンは、DNAにもRNAにも含まれる。
- ② ATPを構成する糖は、DNAを構成する糖と同じである。
- ③ ATPには、高エネルギーリン酸結合が三つある。
- ④ ATPは、ATPアーゼによりADPと2分子のリン酸に分解される。

生物基礎・生物

B ATPは、炭水化物・脂質・タンパク質などの有機物が主に酸素を用いて分解される過程において細胞内で生成され、この一連の反応過程を呼吸という。**工**やグルコースを呼吸基質とした筋細胞の呼吸は、解糖系・クエン酸回路・電子伝達系の三つに分けられ、1 molのグルコースあたり解糖系で差し引き**オ** mol、クエン酸回路で2 mol、電子伝達系で最大**カ** molのATPが生成され、筋収縮に利用される。

問5 上の文章中の**工**～**カ**に入る語と数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。**5**

	工	オ	カ
①	グリコーゲン	2	34
②	グリコーゲン	4	34
③	グリコーゲン	2	38
④	グリコーゲン	4	38
⑤	デンプン	2	34
⑥	デンプン	4	34
⑦	デンプン	2	38
⑧	デンプン	4	38

問6 解糖系およびクエン酸回路に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**6**

- ① グルコースは、解糖系で脱水素酵素のはたらきによりコハク酸に分解される。
- ② 解糖系は、有酸素条件下でしか進行しない。
- ③ クエン酸回路では、基質が脱水素酵素のはたらきだけで完全に分解される。
- ④ クエン酸回路は、無酸素条件下では進行しない。

問7 ミトコンドリアにおける電子伝達系では、水素イオン(H^+)の濃度勾配が形成され、それによるキ 水素イオンの輸送により大量のATPが合成される。次の問い(a・b)に答えよ。

a 下線部キの輸送で、 H^+ が移動する方向として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① マトリックスから膜間腔(外膜と内膜の間)へ
- ② 膜間腔から外膜の外側(細胞質基質側)へ
- ③ 膜間腔からマトリックスへ
- ④ 外膜の外側から膜間腔へ

b 下線部キの輸送は、ミトコンドリアの膜の成分である ク により行われる。ク に当てはまる語および下線部キの輸送の種類を示す語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- | 輸送タンパク質 | 輸 送 |
|---------|------|
| ① リン脂質 | 能動輸送 |
| ② リン脂質 | 受動輸送 |
| ③ タンパク質 | 能動輸送 |
| ④ タンパク質 | 受動輸送 |

問8 ヒトにおける脂肪とタンパク質の利用に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 脂肪は、胆汁により加水分解されて脂肪酸とモノグリセリドになる。
- ② 脂肪酸は β 酸化されてピルビン酸になり、クエン酸回路に入って分解される。
- ③ タンパク質は、ペプシンやアミラーゼにより加水分解されてアミノ酸となる。
- ④ アミノ酸は脱アミノ反応を受け、生じた有機酸がクエン酸回路に入って分解される。

第3問 自律神経とホルモンによる調節および免疫に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A ヒトは、体内環境(内部環境)を一定に維持する仕組みをもち、これには自律神経系と内分泌系がはたらいている。例えば、寒冷刺激を受けると、その情報は にある体温調節中枢に伝えられ、放出ホルモンが分泌される。放出ホルモンが に受け取られると刺激ホルモンが分泌され、刺激ホルモンにより アチロキシンや糖質コルチコイドの分泌が促進され、熱の する。また、 からのびる 神経を介して立毛筋や体表の血管が収縮し、熱の する。

問1 上の文章中の ～ に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| ① 脳下垂体前葉 | ② 中 脳 | ③ 間脳の視床下部 |
| ④ 脳下垂体後葉 | ⑤ 発生量が増加 | ⑥ 発生量が減少 |
| ⑦ 放散量が増加 | ⑧ 放散量が減少 | |

問2 下線部アに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 甲状腺を除去すると、甲状腺刺激ホルモンの分泌量が増加する。
- ② 健康なヒトにチロキシンを毎日注射し続けると、甲状腺は肥大する。
- ③ 糖質コルチコイドは、副腎髄質から分泌されるホルモンである。
- ④ 糖質コルチコイドは、血糖濃度の低下を促すはたらきをもつ。

問3 チロキシンや糖質コルチコイド以外に、アドレナリンも体温調節にかかわるホルモンである。このアドレナリンのはたらきに関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 肝臓でのグリコーゲンの合成を促す。
- ② 組織でのタンパク質からの糖の合成を促す。
- ③ 筋肉でのグリコーゲンの分解を促す。
- ④ 腎臓での水分の再吸収を促す。

問4 前ページ文章中の イ に入る語と、立毛筋や体表血管の収縮以外に イ 神経がもつはたらきの組合せとして最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- | イ | はたらき |
|-------|------------|
| ① 交感 | 気管支の拡張 |
| ② 交感 | 瞳孔(ひとみ)の縮小 |
| ③ 副交感 | 胃腸ぜん動運動の促進 |
| ④ 副交感 | 発汗の抑制 |

生物基礎・生物

B ヒトでは、病原体などの異物の侵入をウ物理的・化学的防御で防ぎ、体内に侵入した異物に対しては、生まれつき備わるエ自然免疫と生後獲得するオ獲得免疫(適応免疫)で対処している。

問5 下線部ウ・エに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 皮膚の表面は死細胞からなる角質層で覆われ、病原体などの侵入を防いでいる。
- ② 汗や涙には、アルブミンという細菌の細胞壁分解酵素が含まれている。
- ③ 好中球は、体内に侵入した異物に対し、食作用を行う。
- ④ マクロファージは、体内に侵入した異物に対し、非特異的にはたらく。

問6 下線部オの獲得免疫には、体液性免疫と細胞性免疫がある。獲得免疫に関する次の文章 a～dのうち、体液性免疫に当てはまらず細胞性免疫だけに当てはまる組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 9

- a 樹状細胞が提示した抗原情報を受け取ったヘルパー T 細胞がインターロイキン(サイトカイン)を放出する。
- b 結核菌に感染した細胞を攻撃する。
- c 免疫記憶が形成される。
- d 胸腺で分化したリンパ球が、直接抗原を攻撃する。

① a b

② a c

③ a d

④ b c

⑤ b d

⑥ c d

⑦ a b c

⑧ a b d

⑨ a c d

問7 エイズ(後天性免疫不全症候群)は、ウイルスがある白血球に感染することで、免疫機能を低下させる病気である。この白血球の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

① 樹状細胞

② キラー T 細胞

③ B 細胞

④ ヘルパー T 細胞

第4問 遺伝子の形質発現および DNA の複製に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 真核生物における形質発現では、まず、ア 染色体中で イ 2本鎖 DNA の一部がほ
どけた領域が生じる。ほどけた領域において、一方の1本鎖の塩基配列を鋳型として、相補的な塩基配列をもつ mRNA(伝令 RNA)が合成される。この過程を転写と呼ぶ。転写で生じた mRNA は未熟であり、翻訳されない塩基配列である が含まれている。そのため、未熟 mRNA から を取り除く と呼ばれる過程が行われる。 を経てできた mRNA は、核内から細胞質のリボソームへ移動する。リボソームは、mRNA の塩基配列を読み取ってアミノ酸配列に置き換え、リボソームには tRNA(転移 RNA)によってアミノ酸が運ばれてくる。この過程を翻訳という。

問1 下線部アに関して、真核生物の染色体は、2本鎖 DNA があるタンパク質に巻きついた構造をしている。このタンパク質の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① カドヘリン ② キアズマ ③ ヒストン ④ クロマチン

問2 下線部イの領域において、一方の1本鎖をX鎖、もう一方の1本鎖をY鎖とする。X鎖において、G(グアニン)とC(シトシン)の占める割合は68%、Y鎖においてA(アデニン)が占める割合は14%であった。次の問い(a・b)に答えよ。

a X鎖において、Aが占める割合(%)として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 %

- ① 14 ② 16 ③ 18 ④ 32
 ⑤ 34 ⑥ 36 ⑦ 68

b X鎖とY鎖の2本鎖において、Cが占める割合(%)として最も適当なものを、問2 aの①～⑦のうちから一つ選べ。 %

問3 前ページ文章中の ・ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- | | ウ | エ |
|---|-------|---------|
| ① | エキソン | スプライシング |
| ② | エキソン | フレームシフト |
| ③ | イントロン | スプライシング |
| ④ | イントロン | フレームシフト |

生物基礎・生物

問4 図1は、あるタンパク質Z(アミノ酸300個からなる)のアミノ酸配列をコードする遺伝子DNAの鋳型鎖の塩基配列の一部を示したものである。図2を参考に、次の問い(a～c)に答えよ。ただし、図1について、その塩基配列には開始暗号が含まれており、それ以降の塩基配列は翻訳される塩基配列であるものとする。

3'— C C G T T A C A T G C A T G C A A A C T — 5'

図 1

UUU } フェニルアラニン UUC } UUA } ロイシン UUG }	UCU } セリン UCC } UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } 終止 UAG }	UGU } システイン UGC } UGA } 終止 UGG } トリプトファン
CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }	CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }
AUU } AUC } イソロイシン AUA } AUG } メチオニン(開始)	ACU } ACC } トレオニン ACA } ACG }	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }
GUU } GUC } バリン GUA } GUG }	GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }

図 2

a 図1の鋳型鎖の転写および **工** で生じる mRNA の開始コドンは、メチオニンに翻訳される。メチオニンをリボソームに運ぶ tRNA のアンチコドンとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 3'-CCG-5' ② 3'-TAC-5' ③ 3'-GGC-5'
 ④ 3'-ATG-5' ⑤ 3'-AUG-5' ⑥ 3'-UAC-5'

b タンパク質 Z において、開始コドンが指定するメチオニンから数えて5番目のアミノ酸として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

6

- ① アスパラギン ② アルギニン ③ アラニン
 ④ システイン ⑤ トレオニン ⑥ ロイシン

c 図1の3'側から数えて14番目の塩基 G が欠失した場合、翻訳の結果生じるタンパク質にどのような変化がみられると予想されるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **7**

- ① まったくアミノ酸配列が異なるタンパク質が合成される。
 ② アミノ酸配列が半分程度異なるタンパク質が合成される。
 ③ アミノ酸配列がほぼ共通なタンパク質が合成される。
 ④ タンパク質 Z に比べて分子量が極端に小さいペプチドが合成される。
 ⑤ タンパク質 Z に比べて分子量が半分程度のポリペプチドが合成される。

生物基礎・生物

B DNA の遺伝情報は、細胞分裂の際に、半保存的に複製され、新たな細胞に受け継がれることで伝達される。これに関して、**オ**が行った次の**実験**がある。

実験 大腸菌を $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地で何代も培養し、大腸菌の DNA に含まれる ^{14}N を ^{15}N に変えた。次に、その大腸菌(0世代目)を $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地に移し、さらに何代か培養した。

問5 上の文章中の **オ** に入る研究者として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**8**

- ① メセルソンとスタール ② ワトソンとクリック
③ グリフィスとエイブリー ④ ハーシーとチェイス

問6 **実験**において、4世代目の大腸菌がもつ DNA を調べた場合、 ^{15}N のみを含む重い DNA： ^{15}N と ^{14}N を含む中間の重さの DNA： ^{14}N のみを含む軽い重さの DNA の比率はどのようになると予想されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

重い DNA：中間の重さの DNA：軽い DNA = **9**

- ① 1：2：1 ② 0：1：3 ③ 0：1：7 ④ 0：1：15