

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 体液と生体防御に関する文章(A～C)を読み、各問い(問1～9)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 27)

A ヒトの血液は、有形成分である白血球・ア赤血球・血小板と液体成分である イ血しょう から構成され、そのうち白血球は、生体防御にはたらいている。

ヒトでは、病原体など異物の侵入は、まず、皮膚や粘膜などの物理的・化学的防御によって阻止される。例えば、皮膚の表皮では、 と呼ばれるタンパク質を含む角質層が形成され、異物の侵入を防いでいる。また、皮膚の汗腺から分泌される汗は、 と呼ばれる細菌の細胞壁分解酵素を含み、細菌を破壊している。これらの防御を突破し、体内に侵入した異物に対しては、オ生まれつき備わる自然免疫や生後獲得する獲得免疫(適応免疫)がはたらく。

問1 下線部アについて、ヒトの赤血球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 一般に、血液 1 mm³ 当たり約450万個含まれる。
- ② 血液を流れる赤血球は無核である。
- ③ 胸腺の幹細胞が増殖・分化し、生成する。
- ④ 酸素と結合するヘモグロビンをもつ。

問2 下線部イについて、血しょうにはさまざまな成分が含まれる。血しょう成分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 グルコースの血中濃度は約100g / 100mLである。
- ② 血しょうタンパク質としてアルブミンが含まれている。
- ③ 二酸化炭素が溶けているため、血しょうの液性は強酸性である。
- ④ 血しょうのカリウムイオン濃度は細胞内より高い。

問3 前ページ文章中の **ウ**・**エ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

- | ウ | エ | ウ | エ |
|--------|-------|--------|-------|
| ① ケラチン | セルラーゼ | ② ケラチン | リゾチーム |
| ③ ミオシン | セルラーゼ | ④ ミオシン | リゾチーム |

問4 下線部オについて、好中球やマクロファージにより行われる自然免疫とリンパ球が関与する獲得免疫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 異物に対し、自然免疫は特異的だが獲得免疫は非特異的である。また、同じ異物に対する攻撃力は、自然免疫でも獲得免疫でも二回目以降強くなる。
- ② 異物に対し、自然免疫は非特異的だが獲得免疫は特異的である。また、同じ異物に対する攻撃力は、自然免疫でも獲得免疫でも二回目以降強くなる。
- ③ 異物に対し、自然免疫は特異的だが獲得免疫は非特異的である。また、同じ異物に対する攻撃力は、自然免疫では毎回同じであるが、獲得免疫では二回目以降強くなる。
- ④ 異物に対し、自然免疫は非特異的だが獲得免疫は特異的である。また、同じ異物に対する攻撃力は、自然免疫では毎回同じであるが、獲得免疫では二回目以降強くなる。

生物基礎・生物

B 獲得免疫には、**カ**免疫と**キ**免疫という二つの機構がある。体内に異物（抗原）が侵入すると、食細胞がそれを取り込み、分解する。分解された抗原の一部は、食細胞の表面に抗原提示され、ヘルパー T 細胞に認識される。**カ**免疫では、ヘルパー T 細胞は、認識した抗原に対応する**ク**細胞を活性化し、抗体を産生させる。体液中に放出された抗体は、抗原抗体反応により抗原を無毒化する。一方、**キ**免疫では、ヘルパー T 細胞は、認識した抗原に対応する**ケ**細胞を活性化する。そして、その**ケ**細胞が直接、**コ**などの細胞を攻撃し、排除する。

問5 上の文章中の**カ**～**ケ**に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**5**

	カ	キ	ク	ケ
①	細胞性	体液性	B	キラー T
②	細胞性	体液性	キラー T	B
③	体液性	細胞性	B	キラー T
④	体液性	細胞性	キラー T	B

問6 上の文章中の**コ**に当てはまる細胞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 花粉細胞 ② 移植細胞 ③ 感染細胞 ④ がん細胞

C 遺伝子組換え操作により、血しょうタンパク質のプロトロンビンが欠損したマウス(以下、X系マウス)と血小板から放出される因子の一つが欠損したマウス(以下、Y系マウス)をそれぞれ作製し、それらの両方をもつ野生型マウスも用いて次の**実験 1**、**実験 2**を行った。

実験 1 X系マウス、Y系マウス、野生型マウスからそれぞれ血液を採取し、凝固しないように素早く有形成分と血しょうに分けた。有形成分と血しょうを組合せて混合した場合、野生型マウスでは一定時間後に血液は凝固し、XマウスおよびYマウスではいずれも血液は凝固しなかった。

実験 2 X系マウスなのかY系マウスなのか不明になった2匹のマウス(以下、Iマウス、IIマウスとし、I、IIマウスの系統は異なる)がいる。それぞれのマウスから血液を採取し、凝固しないように素早く有形成分と血しょうに分けた。その結果、Iマウスの有形成分とIIマウスの血しょうを混合した場合、一定時間後に血液は凝固した。しかし、IIマウスの有形成分とIマウスの血しょうを混合した場合、血液は凝固しなかった。

問7 IマウスおよびIIマウスのうち、X系マウスに属するものとして最も適当なものを、次の①・②のうちから一つ選べ。 7

① Iマウス

② IIマウス

問8 実験1と実験2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。 8

- ① 野生型マウスの有形成分とⅠマウスの血しょうを組合せて混合した場合、一定時間後血液は凝固する。野生型マウスの有形成分とⅡマウスの血しょうを組合せて混合した場合も、一定時間後血液は凝固する。
- ② 野生型マウスの有形成分とⅠマウスの血しょうを組合せて混合した場合、一定時間後血液は凝固する。野生型マウスの有形成分とⅡマウスの血しょうを組合せて混合した場合は、血液は凝固しない。
- ③ 野生型マウスの有形成分とⅠマウスの血しょうを組合せて混合した場合、血液は凝固しない。野生型マウスの有形成分とⅡマウスの血しょうを組合せて混合した場合は、一定時間後血液は凝固する。
- ④ 野生型マウスの有形成分とⅠマウスの血しょうを組合せて混合した場合、血液は凝固しない。野生型マウスの有形成分とⅡマウスの血しょうを組合せて混合した場合も、血液は凝固しない。

問9 下線部サについて、血液凝固により生じる血ぺいを構成する細胞や成分として 適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 赤血球
- ② プロトロンビン
- ③ 白血球
- ④ フィブリン

第2問 DNAの構造と複製に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 28)

A DNAは、ヌクレオチド鎖2本が互いに向き合い、内側に突出した塩基どうしが 結合してできた二重らせん構造をとる。各ヌクレオチド鎖は、直鎖状の部分がリン酸と と呼ばれる五炭糖の繰り返しでできている。ヌクレオチド鎖では、五炭糖の 炭素にリン酸が、 炭素に次のヌクレオチドのリン酸がそれぞれ結合している。DNAの複製の際、新しく合成される2本のヌクレオチド鎖は5'→3'の向きに必ず伸長する。また、相補的な塩基をもつヌクレオチドどうしが結合するとき、その方向は互いに逆になる。

真核生物のDNAは直鎖状であり、非常に長い。ヒトの体細胞に含まれるDNAの分子量はおよそ 3.6×10^{12} で、長さにして mになる。これが、タンパク質の に巻きつき、凝縮したクロマチン繊維として核に存在し、細胞分裂時にはさらに凝縮して染色体となる。

問1 DNAが二重らせん構造をとることを提唱した研究者として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | |
|-------------|--------------|
| ① ハーシーとチェイス | ② メセルソンとスタール |
| ③ ワトソンとクリック | ④ ジャコブとモノー |

問2 前ページ文章中の **ア** ~ **エ** に入る語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。 **2**

	ア	イ	ウ	エ
①	水素	リボース	5'	3'
②	水素	リボース	3'	5'
③	水素	デオキシリボース	5'	3'
④	水素	デオキシリボース	3'	5'
⑤	イオン	リボース	5'	3'
⑥	イオン	リボース	3'	5'
⑦	イオン	デオキシリボース	5'	3'
⑧	イオン	デオキシリボース	3'	5'

問3 前ページ文章中の **オ** に当てはまる数値として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、ヌクレオチド(残基)の分子量は 3.0×10^2 、10塩基対の長さは3.4nmとする。 **3**

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 2.0 ④ 4.0

問4 前ページ文章中の **カ** に当てはまる語は何か。また、DNAは **カ** に巻きつき、イオン結合により安定化しているが、 **カ** の表面電荷は正、負のいずれか。これら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。 **4**

	カ	電荷	カ	電荷
①	ヒストン	正	② ヒストン	負
③	アクチン	正	④ アクチン	負

生物基礎・生物

B DNAの複製では、DNAポリメラーゼは、既存のヌクレオチドに次のヌクレオチドを結合させてヌクレオチド鎖を伸長することはできるが、ゼロから新生鎖を合成することはできない。そこで、複製開始部に相補的な短いヌクレオチド鎖であるプライマーを合成し、それを起点に新しいヌクレオチドを繋げて新生鎖を合成する。

問5 図1は、DNAの複製の様子を模式的に示したものである。これに関して、下の問い(1)・(2)に答えよ。

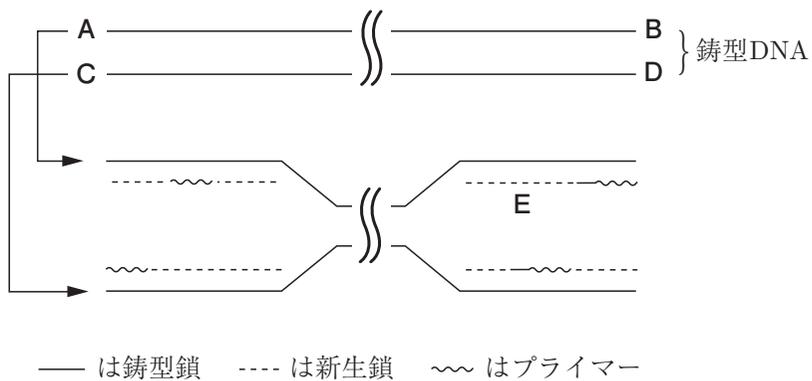


図 1

(1) A～Dは鋳型DNAにおいて、DNAの複製の際、鋳型となる2本のヌクレオチド鎖の末端である。このうち5'末端を過不足なく含むもの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

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① A | ② B | ③ C | ④ D |
| ⑤ A, C | ⑥ A, D | ⑦ B, C | ⑧ B, D |

(2) 図1の新生鎖Eの名称として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 6

- | | | |
|---------|-----------|------------|
| ① ラギング鎖 | ② リーディング鎖 | ③ 岡崎フラグメント |
|---------|-----------|------------|

問6 細胞分裂が盛んな体細胞があり，この細胞の細胞周期が20時間であるとする。
 G_1 期の最初にあるこの細胞1個のDNA量を $2C$ とした場合，100時間後にこの
 細胞1個から生じる細胞集団がもつDNAはどのように表せるか。最も適当なも
 のを，次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① $2C \times 5$ ② $2C^5$ ③ $2C \times 32$ ④ $2C^{32}$

問7 ヒトの一次卵母細胞(G_1 期)のDNA量を $2C$ とした場合の第一極体のDNA量
 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 $0.5C$ ② $1C$ ③ $2C$ ④ $4C$

問8 次に示す細胞のうち，細胞分裂するもの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 赤血球 ② リンパ球 ③ 精子 ④ ニューロン

第3問 バイオームと物質生産および遷移に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 27)

A 地球上では気温と降水量がその地域の植生やそこで生活する動物に影響を与える。その地域で生活する生物のまとまりをバイオームといい、地球上には様々なバイオームが成立している。

日本では、全体的に十分な があるため、気候的には主に森林が成立する。そのため、各地には、 に応じた森林のバイオームがみられる。森林のバイオームの分布には、緯度によって変化する 分布と標高によって変化する 分布がある。例えば、中部山岳地帯の太平洋側では、丘陵帯(低地帯)にはシイ類やカシ類、 などからなる カ照葉樹林、山地帯にはブナや などからなる夏緑樹林、亜高山帯にはシラビソやコメツガなどからなる針葉樹林が分布する。

問1 上の文章中の ～ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	気 温	降 水 量	水 平	垂 直
②	気 温	降 水 量	垂 直	水 平
③	降 水 量	気 温	水 平	垂 直
④	降 水 量	気 温	垂 直	水 平

問2 上の文章中の ・ に入る語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。オ キ

- ① エゾマツ ② クスノキ ③ ガジュマル ④ ミズナラ

問3 下線部カ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。 4

- ① 葉の表面にクチクラ層をもつ。
- ② 冬季に落葉する。
- ③ 関西の山では、標高0～500mくらいまでの間で主にみられる。
- ④ 広葉樹である。

問4 亜高山帯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。 5

- ① 緯度が高くなると、亜高山帯の高さも高くなる。
- ② 亜高山帯と高山帯の境界となる高さを森林限界という。
- ③ 北海道の亜高山帯ではトドマツが生育している。
- ④ 亜高山帯よりも標高の高い地域では、高山植物が生育している。

問5 あるバイオームにおける生産者の物質収支については、以下のことがわかっている。この場合の生産者における1年間の総生産量(t/ha)として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 6 t/ha

最初の現存量は400t/ha, 1年後の現存量は420t/haであった。

1年間の呼吸量, 枯死量, 被食量はそれぞれ45t/ha, 12t/ha, 5t/haであった。

- ① 37
- ② 62
- ③ 82
- ④ 482

生物基礎・生物

B バイオームは、さまざまな植生から構成されている。植生は、その外観も種組成も時間とともにある一定の方向へ変化し、これを遷移と呼ぶ。土壌のほとんどない裸地から始まる一次遷移では、一般的に次のような過程を経て、森林が形成されていく。

裸地 → 荒原 → 草原 → 低木林 → 先駆樹種(陽樹)の多い森林(陽樹林)
→ 極相樹種(陰樹)の多い森林(陰樹林)

この変化では、最終的に極相林になり安定化する。しかし、極相林になるには非常に長い年月が必要で、その間に破壊を受けることもあり、なかなか極相に達しない場合もある。

問6 下線部クに関する次の文章中の **X** ~ **W** 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。 **7**

陽樹林の **X** によりその **Y** に届く光量は少ないため、光補償点の **Z** 陽樹の幼木は生育できないが、光補償点の **W** 陰樹の幼木は成長し、成木になることができる。

	X	Y	Z	W
①	林床	林冠	高い	低い
②	林床	林冠	低い	高い
③	林冠	林床	高い	低い
④	林冠	林床	低い	高い

問7 一次遷移の過程における植生を構成する植物種の数の変化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。 8

- ① 種数は、遷移の初期から極相まで増加し続ける。
- ② 種数は、草原の時期に著しく増加してピークとなり、低木林の時期になると減少する。
- ③ 種数は、低木林の時期まで著しく増加し続けピークとなり、陽樹林の時期になると減少して安定化する。
- ④ 種数は、遷移の進行に伴い増加し、陽樹林から陰樹林へと変化するときいったん減少し、その後増加して安定化する。

問8 下線部ケについて、日本のある極相林を調べると、森林の高木層に部分的に空間があり、そこには、シラカシの幼木とアカマツの幼木が芽生えていた。このような場所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。

9

- ① ギャップ
- ② 二次遷移
- ③ クライマックス
- ④ パッチ

第4問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 18)

問1 体液濃度の上昇に伴い分泌されるバソプレシン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 脳下垂体後葉から分泌されるホルモンである。
- ② 神経分泌細胞で合成されるホルモンである。
- ③ 腎臓の集合管に作用するホルモンである。
- ④ 尿量を増加させるホルモンである。

問2 副交感神経の神経伝達物質とそのはたらき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。

- | 神経伝達物質 | はたらき |
|------------|----------|
| ① アセチルコリン | 消化液の分泌促進 |
| ② アセチルコリン | 消化液の分泌抑制 |
| ③ ノルアドレナリン | 心臓拍動の促進 |
| ④ ノルアドレナリン | 心臓拍動の抑制 |

問3 ある被子植物の胚のう母細胞の遺伝子型がAa、その胚のう母細胞から生じた胚のうにおける卵細胞の遺伝子型がAであった場合、同じ胚のうの2個の極核がもつ遺伝子型の組合せ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 AとA | ② Aとa | ③ aとa |
| ④ AとAまたはAとa | ⑤ AとAまたはaとa | |
| ⑥ Aとaまたはaとa | ⑦ AとAまたはAとaまたはaとa | |

問4 カエルの発生において、心臓は尾芽胚におけるどの領域から発生したものか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 脊索 ② 神経管 ③ 側板 ④ 内胚葉

問5 血糖濃度を調節するホルモンのグルカゴン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。 5

- ① すい臓ランゲルハンス島B細胞から分泌されるホルモンである。
 ② 肝臓におけるグリコーゲンの分解を促すホルモンである。
 ③ 脳下垂体前葉から分泌される刺激ホルモンにより内分泌腺が刺激され、分泌されるホルモンである。
 ④ 糖質コルチコイドと同じ機構で血糖濃度を上昇させるホルモンである。

問6 ある制限酵素Xは、DNAのある6塩基対を認識し、DNAを切断する酵素である。この制限酵素が認識する塩基配列は何塩基対あたりに1ヶ所出現すると期待されるか。その数値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 4×6 ② 4×12 ③ 4^6 ④ 4^{12}