

生物基礎

(解答番号 ~)

第1問 細胞周期とDNAについて、次の文章を読み、後の問い（問1～3）に答えなさい。

[解答番号 ~]

ある生物の培養細胞について、細胞周期の各期の長さを推定するために、次の実験を行った。この培養細胞の集団では、分裂が同調しておらず、別の実験から細胞数が2倍になるのに要する時間が約20時間であることがわかっている。

実験 細胞分裂に必要な物質を含む培養液中で培養されている培養細胞の集団に、M期（分裂期）の最後で細胞分裂を停止させる薬剤と、^(a) DNA複製の材料としてDNAに取り込まれるヌクレオチドに目印をつけたもの（物質a）を加えた。これら2つの物質を加えた直後の時点を実験開始時点（0時間）とする。その後、20分おきに100個の細胞を取り出し、物質aを取り込んだ細胞の占める割合（%）を調べた（図1）。なお、細胞による物質aの取り込みは瞬時に行われるとする。

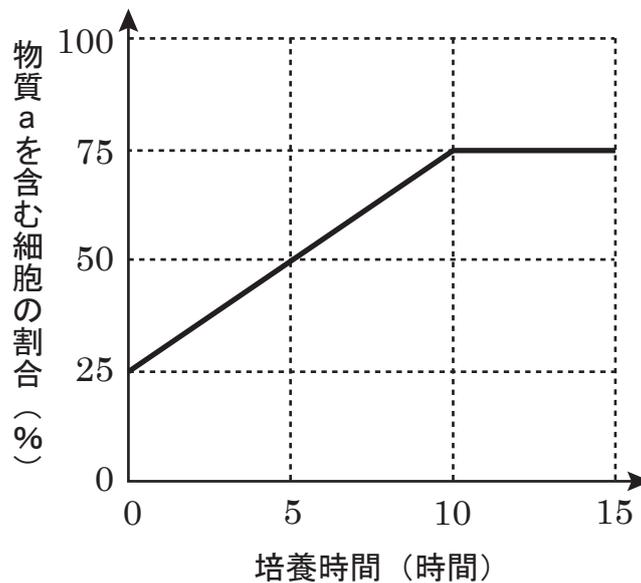


図1

問1 下線部 (a) について、このヌクレオチドの糖と塩基の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

1

	糖	塩基
①	リボース	チミン
②	リボース	ウラシル
③	デオキシリボース	チミン
④	デオキシリボース	ウラシル

問2 図1より、S期の長さとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

2

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

問3 図1の結果から、物質aを含む細胞の割合(%)は10時間以降増加せず、75%で一定となっていることがわかる。このとき、培養細胞の集団の中で物質aを含まない細胞が、実験開始時点で存在したと考えられる細胞周期の時期の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

3

- ① M期とG₁期 ② G₁期とS期 ③ S期とG₂期 ④ G₂期とM期

第2問 生物の特徴について、次の問い（問1～4）に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

問1 生物の共通性についての記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① すべての生物は、遺伝子としてDNAをもっている。
- ② すべての生物は、細胞からできている。
- ③ すべての生物は代謝を行い、ATPによりエネルギーの受け渡しをしている。
- ④ すべての生物には、核が存在している。

問2 オオカナダモの葉の構造についての記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 細胞質基質（サイトゾル）には、水やタンパク質などが含まれる。
- ② セルロースというタンパク質を主成分とする細胞壁が存在している。
- ③ DNAを含まない細胞小器官である葉緑体が存在している。
- ④ DNAを含む赤色の核が存在している。
- ⑤ 液胞が発達し、その内部にはアントシアニンが多く含まれている。

問3 ATPに関連する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① ATPはアデノシン、デオキシリボースと3つのリン酸からなる化合物である。
- ② ATPは高エネルギーリン酸結合を3つもつ化合物である。
- ③ ATPにはリボースという糖が含まれる。
- ④ ATPにリン酸が1つ結合する際にエネルギーが放出される。

問4 光合成や呼吸についての記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 光合成を行うすべての生物は、細胞内に葉緑体をもっている。
- ② 呼吸では、有機物の燃焼と同様にエネルギーの一部が熱として放出される。
- ③ 呼吸では、酸素を用いて有機物を分解し、ATPからADPを合成する。
- ④ 葉緑体には独自のDNAがあり、このDNAは核膜に包まれている。

第3問 遺伝子とその働きについて、次の問い（問1～5）に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

問1 生物における RNA の役割として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 生命活動のエネルギーとして利用される。
- ② タンパク質の合成に関与する。
- ③ エネルギー生成過程に関与する。
- ④ 子孫をつくる。

問2 RNA に含まれる塩基は4種類であり、mRNA の3つの塩基の並び（コドン）の塩基配列は $4 \times 4 \times 4 = 64$ 種類である。一方、タンパク質合成に用いられるアミノ酸は20種類である。この事実を踏まえた考察として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 一部のコドンにはチミンが用いられ、実際のコドンは64種類より多く存在していると予想される。
- ② 一部のタンパク質には20種類より多くのアミノ酸が用いられていると予想される。
- ③ 1種類のコドンが2種類以上のアミノ酸を指定する場合はあると予想される。
- ④ 2種類以上のコドンが同じアミノ酸を指定する場合はあると予想される。

問3 DNA と遺伝情報に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① ブロッコリーの葉から抽出した DNA には、ブロッコリーの葉に存在するタンパク質のアミノ酸配列に関する情報のみが存在する。
- ② ブロッコリーの葉から抽出した DNA がもつ遺伝情報と、同じ個体のブロッコリーの花芽から抽出した DNA がもつ遺伝情報は一致する。
- ③ ブロッコリーの葉から抽出した DNA の全塩基配列と、同じ個体のブロッコリーの葉から抽出した RNA の全塩基配列は一致する。
- ④ ブロッコリーの葉から抽出した DNA には、ブロッコリーの根の発生に関わる遺伝子は含まれない。

問4 肺炎双球菌には、ネズミやヒトで肺炎を引き起こす病原性のS型菌と、非病原性のR型菌がある。この肺炎双球菌を用いて以下の実験1～3を行った。細菌を注射されたネズミが肺炎を起こして死んでしまう実験を過不足なく含むものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。なお、加熱殺菌したS型菌のみを注射したネズミ、生きたR型菌のみを注射したネズミは肺炎を起こさないものとする。 11

実験1 加熱殺菌したS型菌と生きたR型菌を混合し、ネズミに注射した。

実験2 S型菌抽出液にDNA分解酵素を加えたものを、R型菌を培養している培地に加え、しばらくしてから増殖した細菌をネズミに注射した。

実験3 加熱殺菌したR型菌と生きたS型菌を混合し、ネズミに注射した。

- ① 実験1 ② 実験2 ③ 実験3 ④ 実験1と実験2
⑤ 実験1と実験3 ⑥ 実験2と実験3 ⑦ 実験1と実験2と実験3

問5 ある細菌のDNAは 6.0×10^6 個のヌクレオチドからなる。この細菌のDNAの25%が遺伝子として働いており、1つの遺伝子は平均すると 5×10^2 塩基対からなるものとする。この細菌の遺伝子数として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 12

- ① 1.2×10^3 ② 1.5×10^3 ③ 2.4×10^3 ④ 3.0×10^4 ⑤ 4.8×10^4

第4問 ヒトの体内環境の維持について、次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～9）に答えなさい。

〔解答番号 13 ～ 22 〕

A ヒトの体内では、(a) 内分泌系と自律神経系によってからだの状態が調節されている。内分泌系では、(b) いろいろなホルモンが (c) 間脳を含むさまざまな内分泌腺から血液中に分泌され、血液によって運ばれたホルモンが標的器官に作用する。一方、(d) 自律神経系では、神経細胞（ニューロン）がその長い突起をさまざまな器官まで伸ばし、直接的に情報を伝達して器官のはたらきを調節している。

問1 下線部 (a) について、内分泌系や自律神経系は、血糖濃度の調節にも関係している。血糖濃度の調節に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

13

- ① 低下した血糖濃度を上昇させるために、副交感神経がはたらく。
- ② グルカゴンのはたらきで、肝臓でのグリコーゲンの分解が促進され、血糖濃度が上昇する。
- ③ 糖質コルチコイドは、筋肉でのグリコーゲンの分解を促進する。
- ④ 交感神経のはたらきで、ランゲルハンス島のB細胞からのインスリンの分泌が促進される。
- ⑤ インスリンは、筋肉でのグルカゴンの分解を促進する。

問2 下線部 (a) について、内分泌系による身体機能の調節についての記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

14

- ① 多くのホルモンは、正のフィードバックによって分泌量が調節されている。
- ② 1種類のホルモンは、1種類の標的細胞にのみ作用する。
- ③ 内分泌系による情報伝達は、神経系と同様に速く情報伝達される。
- ④ 内分泌系による調節は、自律神経系に比べて効果が長く持続的である。

問3 下線部 (b) について、バソプレシンと鉱質コルチコイドは共通の標的器官に作用する。両方のホルモンの受容体が存在する器官として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

15

- ① 心臓
- ② すい臓
- ③ 甲状腺
- ④ 腎臓
- ⑤ 肝臓

問4 下線部(c)に関連して、ヒトの脳は、間脳を含む脳幹(間脳、中脳、延髄)と、大脳、小脳に大きく分けられる。ヒトでは、脳の一部またはすべてが機能停止に至ると、脳死または植物状態と呼ばれる状態に陥ることがある。脳死と植物状態の説明として最も適当な組み合わせを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

16

	脳死	植物状態
①	大脳を除くすべての脳の活動が停止している。	大脳を含むすべての脳の活動が停止している。
②	自発的な呼吸を行うことができない。	自発的な呼吸を行うことができる。
③	意識がなく、会話することができない。	意識はあるが、会話することができない。
④	心臓は停止せず長期間動いている。	生命維持装置を用いないと心臓が動かない。
⑤	脳幹の機能は維持されている。	脳幹の機能は失われている。

問5 下線部 (d) に関して、自律神経系に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

17

- ① 交感神経系のはたらきによって、気管支が拡張する。
- ② 交感神経系のはたらきによって、胃腸の運動が促進される。
- ③ 副交感神経系のはたらきによって、瞳孔が拡大する。
- ④ 副交感神経系のはたらきによって、排尿は抑制される。
- ⑤ 交感神経系と副交感神経系は、どちらも血糖濃度を上昇させる。

B 獲得免疫（適応免疫）には、体液性免疫と細胞性免疫があり、どちらにおいても ア がはたらく。ア によって認識される異物を抗原という。獲得免疫では、イ が異物を取り込み、断片化してその一部を細胞表面に提示する。これを抗原提示という。体液性免疫では、イ が提示する抗原を認識した ウ は、同じ抗原を認識した エ を活性化して抗体産生細胞（形質細胞）への分化と増殖をうながす。その結果、抗原に特異的に結合する抗体が産生され、血液などの体液中に分泌される。同じ異物が何回か体内に侵入する場合、^(e) 初めて異物が侵入したときの免疫反応を一次応答と呼び、同じ抗原の2回目以降の侵入の際には、二次応答と呼ばれる免疫反応が起こる。

^(f) ウイルスの表面には多くの種類の抗原が発現している。ここで、ある感染症の原因となるウイルス A について考える。ウイルス A は、発現している抗原の種類によって A1 型、A2 型、A3 型に分類される。ある年、ある1種類の型のウイルス A が原因となる感染症が流行した。表1は、3人の大学生 X、Y、Z の、この前年のウイルス A への感染の有無と、感染症が流行した年のワクチン接種の有無、およびこの年の感染後の症状を示している。

表1

	前年の感染の有無	感染症が流行した年の ワクチン接種の有無	感染症が流行した年の 感染後の症状
大学生 X	A1型に感染	A3型に対する ワクチンを接種	軽い症状
大学生 Y	A2型に感染	A1型に対する ワクチンを接種	重い症状
大学生 Z	A1型と A2型に感染	ワクチン接種なし	重い症状

なお、3人の大学生 X、Y、Z の免疫反応には個人差がないものとし、A1型、A2型、A3型のウイルス A は感染すると同程度の免疫反応を引き起こすものとする。また、ウイルス A に対するワクチンは、実際にウイルス A に感染した場合と同様に免疫記憶の形成を誘導し、形成された免疫記憶は1年以上維持されるが、ある型のウイルス A に対する免疫記憶は、別の型のウイルス A に対しては、はたらかないものとする。さらに、感染した場合の症状は、免疫記憶がなければ必ず重い症状となり、免疫記憶があれば必ず軽い症状となるものとする。

問6 文章中の空欄 ～ に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 18

	ア	イ	ウ	エ
①	リンパ球	NK 細胞	ヘルパー T 細胞	B 細胞
②	リンパ球	NK 細胞	マクロファージ	キラー T 細胞
③	リンパ球	樹状細胞	ヘルパー T 細胞	B 細胞
④	リンパ球	樹状細胞	マクロファージ	キラー T 細胞
⑤	好中球	NK 細胞	ヘルパー T 細胞	B 細胞
⑥	好中球	NK 細胞	マクロファージ	キラー T 細胞
⑦	好中球	樹状細胞	ヘルパー T 細胞	B 細胞
⑧	好中球	樹状細胞	マクロファージ	キラー T 細胞

問7 下線部 (e) について、下の図1は、ある抗原を2回にわたって注射したときの、その抗原に対する抗体の血清中の濃度（相対値）の変化を示したグラフである。a～cのうち、二次応答における抗体の濃度変化はどれか。最も適当なものを、下の①～③のうちから一つ選びなさい。

19

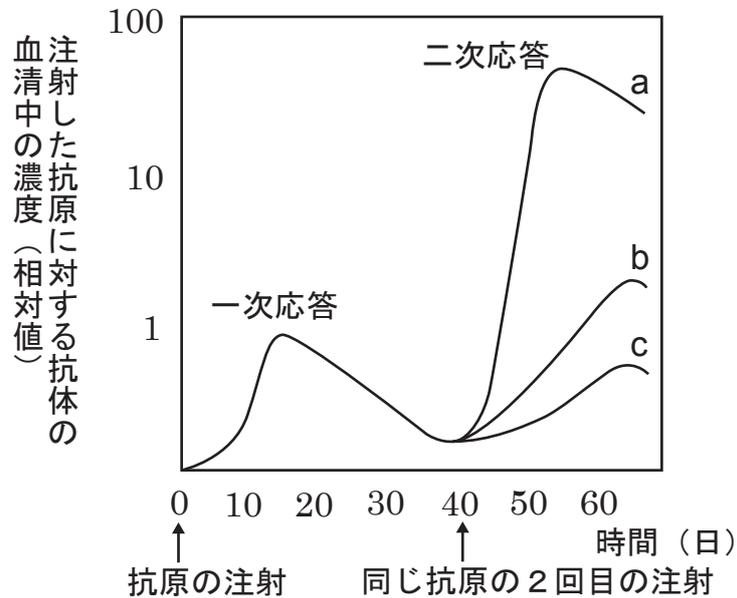


図1

- ① a ② b ③ c

問8 下線部 (f) について、次の記述 a～cのうち、ウイルスにはみられない特徴の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

20

- a：体が細胞からできている。
 b：自分自身で代謝を行う。
 c：自分自身が持つ物質のみで増殖ができる。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ aとb
 ⑤ aとc ⑥ bとc ⑦ aとbとc

問9 表1に示された結果のうち、大学生Xの結果のみから考えると、この年に流行したウイルスAの型はどの型であると考えられるか。また、大学生Yの重い症状を引き起こしたウイルスAの型はどの型であると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

大学生Xの結果のみから考えられる、流行したウイルスAの型：

大学生Yの重い症状を引き起こしたウイルスAの型：

- ① A1型 ② A2型 ③ A3型 ④ A1型またはA2型
⑤ A1型またはA3型 ⑥ A2型またはA3型 ⑦ 特定できない

第5問 バイオームの分布に関する次の文章を読み、後の問い（問1～5）に答えなさい。

〔解答番号 23 ～ 27 〕

バイオームの種類と分布は、気候を決定する主な要因である気温と降水量に依存するが、十分な降水量がある日本では、どのようなバイオームが成立するかは主に気温によって決まる。気温は、標高が100m 高くなると $\square{\text{ア}}$ ℃低くなるため、それに伴いバイオームも変化する。このような標高の変化に伴うバイオームの分布を $\square{\text{イ}}$ という。

(a) 各バイオームの境界となる標高は緯度によって異なるが、 $\square{\text{イ}}$ は標高の低い方から順に低地帯（丘陵帯）、山地帯、亜高山帯、高山帯に分けられる。森林が形成されるのは亜高山帯までであり、亜高山帯の上限を森林限界という。森林限界よりも標高の高い (b) 高山帯には、低木や草本がみられる。

植物の成長や繁殖に必要な最低温度を 5℃と考え、1年間のうち月平均気温が 5℃以上の各月について、月平均気温から5を引いた値を求め、それらを合計した値を「暖かさの指数」という。暖かさの指数と現在の日本の主なバイオームの関係をまとめると、表1のようになる。

表1

気候帯	暖かさの指数	バイオーム
亜寒帯	15～45	針葉樹林
冷温帯	45～85	夏緑樹林
暖温帯	85～180	照葉樹林
亜熱帯	180～240	亜熱帯多雨林

問1 文章中の空欄 $\square{\text{ア}}$ ・ $\square{\text{イ}}$ に入る数値と語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 23

	ア	イ
①	0.5～0.6	垂直分布
②	0.5～0.6	階層構造
③	1.0～1.2	垂直分布
④	1.0～1.2	階層構造

問2 下線部 (a) について、バイオームの境界に関する次の記述 a～d のうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選びなさい。

24

- a：森林限界となる標高は、一般的に高緯度地域よりも低緯度地域の方が低い。
- b：森林限界となる標高は、一般的に高緯度地域よりも低緯度地域の方が高い。
- c：日本においては、バイオームの境界となる標高は、同じ山の南斜面よりも北斜面の方が低い。
- d：日本においては、バイオームの境界となる標高は、同じ山の南斜面よりも北斜面の方が高い。

- ① aとc ② aとd ③ bとc ④ bとd

問3 下線部 (b) について、日本の本州中部の高山帯でみられる低木と草本の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

25

	低木	草本
①	ハイマツ	ススキ
②	ハイマツ	イタドリ
③	ハイマツ	コマクサ
④	アカマツ	ススキ
⑤	アカマツ	イタドリ
⑥	アカマツ	コマクサ

問4 現在の日本のバイオームに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

26

- ① 沖縄には、樹高が50mを超える高木や、つる植物、着生植物がみられる照葉樹林が分布する。
- ② 九州の全域には、ガジュマルやヒルギなどを優占種とする亜熱帯多雨林が分布する。
- ③ 西日本の暖温帯には、クチクラ層の発達した葉をもつオリーブやコルクガシなどを優占種とする照葉樹林が分布する。
- ④ 東日本の冷温帯には、冬に落葉するブナやミズナラ、カエデなどを優占種とする夏緑樹林が分布する。
- ⑤ 北海道の東部には、草本や地衣類、コケ植物などを優占種とするツンドラが分布する。

問5 日本のある都市における月別の平均気温（℃）のデータを表2に示す。表1から考えられる、この都市が位置する地域のバイオームとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選びなさい。

27

表2

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月別平均 気温（℃）	4.6	5.8	11.4	14.6	18.8	22.4	27.4	28.0	25.8	17.1	12.6	7.7

- ① 亜熱帯多雨林 ② 夏緑樹林 ③ 針葉樹林 ④ 照葉樹林

第6問 生態系とその保全に関する次の文章を読み、後の問い（問1～3）に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

問1 食物連鎖の栄養段階ごとに個体数や生物量を棒グラフにして下位のものから積み重ねて表したものの名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

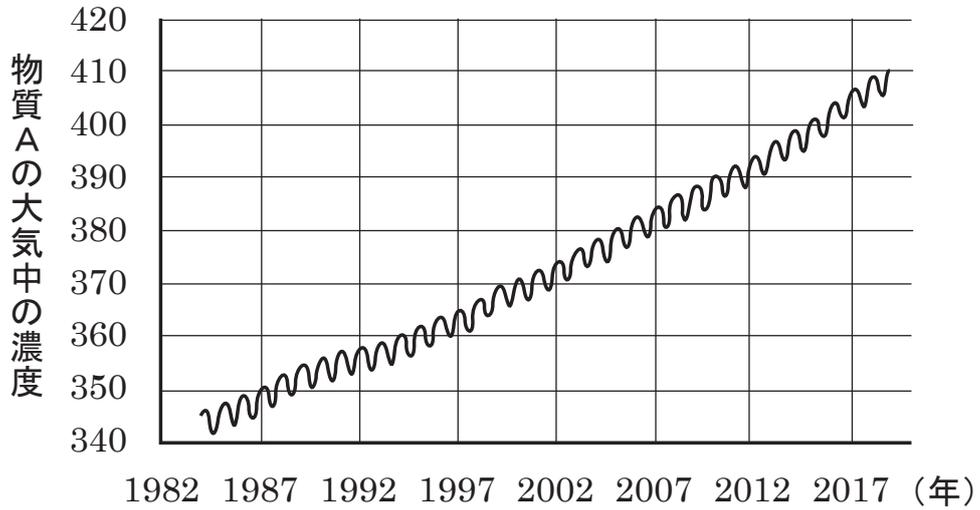
- ① 生態ピラミッド ② 階層構造 ③ 食物網 ④ 生態系のバランス

問2 生産者と消費者に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① 生産者は、光合成などによって有機物を合成する。
② 生産者は、光合成を行うが呼吸をしない。
③ 消費者は、生産者が合成した有機物を取り込んで栄養源にする。
④ 消費者は、呼吸によって生存や繁殖に必要なエネルギーを得る。

問3 下の図は温室効果ガスである物質 A の大気中の濃度の変化（世界平均）を示したグラフである。物質 A は植物の光合成で吸収されるため、光合成が活発な時期には濃度の低下がみられる。このグラフについて、物質 A と、縦軸の単位の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選びなさい。

30



	物質 A	縦軸の単位
①	メタン	%
②	メタン	ppm
③	二酸化炭素	%
④	二酸化炭素	ppm

(生物基礎 終わり)