

1 生物の体内環境の維持に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

多くの動物では、体外環境が変化しても、体内環境としての体液の状態を常に一定の範囲内に保とうとするしくみがある。このしくみを恒常性といい、(a)自律神経系と内分泌系が重要な役割を果たしている。脊椎動物の心臓の拍動は、体内では主に自律神経系によって調節されているが、(b)体外に取り出され、神経の連絡が遮断されても、条件さえ整っていれば、リンガー液などの生理的塩類溶液中で自動的に拍動を続けることができる。激しい運動によって筋肉などの組織で大量の酸素が消費され、血液中の酸素が不足して二酸化炭素の濃度が高くなると、**ア**にある心臓の拍動を促進する中枢が興奮し、心臓に分布する**イ**神経を通して拍動数が増加する。その結果、血流量が増加して筋肉などの組織へ多くの酸素が供給されるようになる。

内分泌系では、主として(c)内分泌腺から分泌されるホルモンがそれぞれ特有の生理作用を現す。例えば、甲状腺から分泌されるチロキシンは、体内の代謝を促進するはたらきをもつ。通常、ヒトでは、(d)体内のチロキシンの濃度は間脳視床下部や脳下垂体前葉で感知され、これにより、視床下部からの甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌や脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が調節されることによって、チロキシンの濃度が適切に維持されている。

問1 文章中の**ア**・**イ**に入る最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部(a)に関して、短時間でピンポイントにその効果が現れるのは、どちらの系による調節か答えよ。

問3 下線部(b)に関して、心臓が神経系からの調節を受けなくても自動的に拍動することができるのは、右心房にある拍動のきっかけとなる電気信号を発生させている部位があるからである。この部位の名称を答えよ。

問4 下線部(c)に関して、次の(1)～(3)のホルモンを分泌する内分泌腺の名称と、そのホルモンの代表的なはたらきを以下の【語群】からそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

- (1) アドレナリン (2) バソプレシン (3) パラトルモン

【内分泌腺の名称】

- | | | | | |
|----------|--------|--------|-------|--------|
| ㉠ 脳下垂体後葉 | ㉡ すい臓 | ㉢ 副腎皮質 | ㉣ 甲状腺 | ㉤ 副甲状腺 |
| ㉦ 脳下垂体前葉 | ㉧ 副腎髄質 | ㉨ 視床下部 | ㉩ 胸腺 | ㉪ 精巣 |

【ホルモンの代表的なはたらき】

- ㉠ 血液中のカルシウムイオン濃度を調節する。
 ㉡ 腎臓での水の再吸収量を調節する。
 ㉢ 血糖量を上げる働きをする。
 ㉣ 血糖量を下げる働きをする。
 ㉤ 代謝を促進する。
 ㉦ 腎臓でのナトリウムイオンの再吸収を促進する。

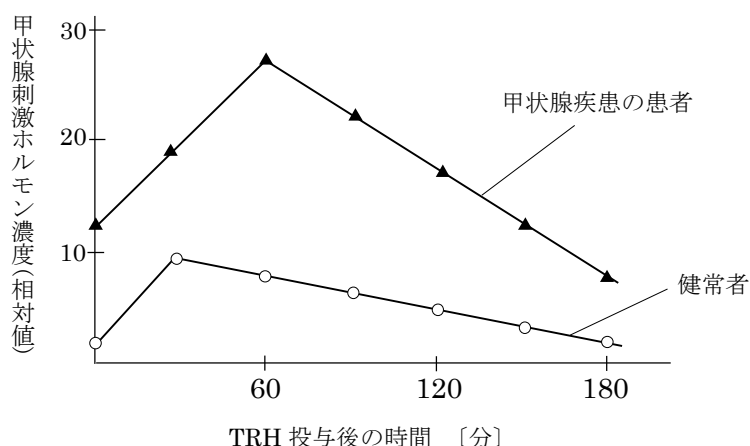
問 5 寒い冬の日に外に出ると、体温の低下を防ぐために皮膚の表面が「鳥肌」の状態になる。この現象を引き起こす自律神経の名称と、その神経の働きによって反応する効果器の変化を以下の【語群】からそれぞれ一つずつ選び、記号で答えよ。

【自律神経の名称】 ㊦ 交感神経 ㊧ 副交感神経

【効果器の変化】

- ㊱ 皮膚にある立毛筋が収縮し、毛穴が開く。
- ㊲ 皮膚にある立毛筋が収縮し、毛穴が閉じる。
- ㊳ 皮膚にある立毛筋が弛緩し、毛穴が開く。
- ㊴ 皮膚にある立毛筋が弛緩し、毛穴が閉じる。

問 6 下線部(d)に関して、チロキシンの分泌に関わる組織や器官の機能が低下することによって、チロキシンの分泌が抑制される病気が知られている。甲状腺の機能の低下によって血液中のチロキシン濃度の低下がみられたある患者と、健康な人(健常者)にそれぞれ甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン(以下、TRH と表記)を投与し、血液中の甲状腺刺激ホルモン濃度を測定したところ下のグラフのようになった。この結果に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。



- ① 健常者では、TRH を投与しても甲状腺刺激ホルモン濃度に大きな変化は見られないことから、TRH は脳下垂体前葉に作用しないことがわかる。
- ② 患者の甲状腺刺激ホルモン濃度の初期値(0分)が健常者より高いのは、甲状腺から分泌されるチロキシンによる負のフィードバックが強く働いているためである。
- ③ TRH 投与後、患者の甲状腺刺激ホルモン濃度が健常者に比べて著しく上昇していることから、この患者の脳下垂体前葉の機能は維持されていると推測できる。
- ④ グラフの結果から、この患者の病気の原因は、脳下垂体前葉が甲状腺刺激ホルモンを分泌する能力を失っていることにありと判断できる。
- ⑤ 健常者・患者ともに、TRH 投与から 180 分経過した時点で、甲状腺刺激ホルモン濃度が低下し始めているのは、血液中のチロキシン濃度が過剰になりすぎたためである。

2 代謝に関する次の文章（Ⅰ・Ⅱ）を読み、下の問い（問1～8）に答えよ。

Ⅰ 生体内では、物質の合成や分解が常に起こっている。この化学反応全体をまとめて代謝とよび、代謝は、大きく①異化と同化に分けられる。生体内で起こるさまざまな化学反応は②酵素が触媒することによって進められている。また、細胞内での代謝によるエネルギーのやり取りは③ATPとよばれる物質を仲立ちとして行われている。同化の中でも、二酸化炭素を取り込み、有機物につくりかえるはたらきを炭酸同化という。炭酸同化は、同化に必要なエネルギーとして光を用いる光合成と X することで得られるエネルギーを用いる④化学合成に分けられる。

問1 文章中の X に入る語句として最も適当なものを、次の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 有機物を酸化 ② 有機物を還元 ③ 無機物を酸化 ④ 無機物を還元

問2 下線部(a)に関して、「呼吸」と「光合成」はそれぞれ異化・同化のどちらに該当するか。また、それぞれの反応におけるエネルギーの出入り（吸収または放出）について答えよ。

問3 下線部(b)に関して、酵素がもつ「特定の物質のみに作用し、特定の化学反応を促進する性質」を何と呼ぶか答えよ。

問4 下線部(c)に関して、以下の(1)・(2)の問いに答えよ。

- (1) ATP の正式名称を答えよ。
- (2) ATP のリン酸同士の結合を何と呼ぶか答えよ。

問5 下線部(d)に関して、化学合成を行う細菌(化学合成細菌)の名称を一つ答えよ。

Ⅱ ミトコンドリアや葉緑体における ATP 合成のしくみが十分に明らかでなかった 1961 年に、ミッチェルは新たな考え方である化学浸透説を提唱した。当初は仮説の域を出なかったものの、⑥ヤーゲンドルフが葉緑体を用いて行った実験を契機として、多くの研究者が化学浸透説を支持するようになった。次の図 1 は、葉緑体において実際に行われている ATP 合成のようすを模式的に示したものである。

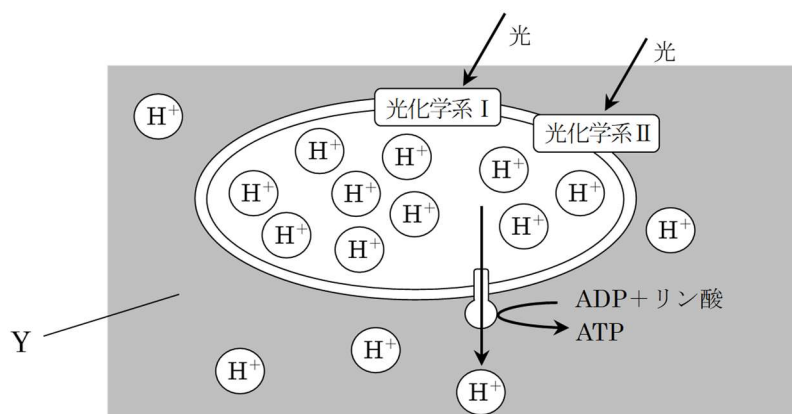


図 1

問 6 図 1 中の Y (網掛けの ■ 部分) は、葉緑体のある部分領域を示している。この領域の名称を答えよ。

問 7 図 1 中の光化学系 I と光化学系 II における反応において、水の分解によって酸素が発生するのは、光化学系 I と II のどちらか答えよ。

問 8 下線部(e)に関して、ヤーゲンドルフが行った実験（酸・塩基処理実験）は、次のようなものである。

【実験】 ADP とリン酸を含まない溶液に葉緑体を浸して光を十分に与えた後、暗所で ADP とリン酸を加えると ATP が合成された。

この【実験】に、「 H^+ が生体膜を自由に通過できるようにする薬品」を加えて同様の操作を行った場合の結果として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選び、番号で答えよ。ただし、加える薬品は生体膜にのみ作用し、他の生体反応には影響を与えないものとする。

- ① 水素イオンの濃度勾配が形成されやすくなり、合成される ATP の量が増加する。
- ② 水素イオンの濃度勾配が形成されやすくなり、合成される ATP の量が減少する。
- ③ 水素イオンの濃度勾配が形成されにくくなり、合成される ATP の量が増加する。
- ④ 水素イオンの濃度勾配が形成されにくくなり、合成される ATP の量が減少する。

3 植生の遷移と生態系に関する次の文章を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

植生が一定の方向に移り変わっていくことを(a)遷移という。森林が形成される過程では、まず(b)陽樹を中心とする陽樹林が形成され、そこに陰樹が混ざるようになり（混交林）、やがて陰樹を中心とする陰樹林となると、全体として大きな変化を示さなくなる。本州の関東以西の平野部に見られる、ある照葉樹林帯の多くの地域では、**ア**などが優占する陽樹林から**イ**などが優占する陰樹林へと変化し、その状態で安定したものである。

問1 文章中の**ア**および**イ**に入る代表的な樹木の名前を、それぞれ一つずつ答えよ。ただし、その地域（照葉樹林帯）に固有の樹種を答えること。

問2 下線部(a)に関して、以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

- (1) 土壌のない裸地から始まる遷移を何というか。
- (2) (1)の遷移において、最初に侵入する地衣類やコケ植物などの植物を総称して何というか。
- (3) 山火事や伐採などの後から始まる遷移が、(1)の遷移に比べて進行が早い理由を、次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。
 - ① 一度植物が育った場所では、岩を分解して土を作る役割をもつ地衣類やコケ植物が、より強力な酸を出すように進化しているから。
 - ② 一度植物が失われた場所には草食動物が近づかないため、新しく生えてきた芽が食べられる心配がないから。
 - ③ 一度植物が生えた場所は、初めて植物が侵入する場所に比べて日当たりが良く、光合成が効率的に行われるから。
 - ④ 森林火災などの跡地は、岩石の跡地に比べて標高が低いことが多く、気温が高いため植物の種が発芽しやすい環境だから。
 - ⑤ 土の中に以前からあった種子や根が残っており、植物の成長に欠かせない栄養分を含んだ土壌もすでに存在しているから。

問 3 下線部(b)に関して、遷移が進むにつれて陽樹林から陰樹林へと変化する理由として適当なものを、次の①～⑥の中から二つ選び、番号で答えよ。

- ① 陰樹を中心とする陰樹林では、種子は風による散布型のものが多くみられるようになる。
- ② 陽樹が陰樹よりも先に森林を形成するのは、陰樹の光飽和点が陽樹の光飽和点よりも高いためである。
- ③ 遷移の最終段階に見られる植物種を極相樹種といい、その多くの樹種は窒素固定細菌が根に共生している。
- ④ 遷移に伴って陽樹林から陰樹林へと変化するのは、陰樹の幼木の光補償点が、陽樹の幼木の光補償点よりも低いためである。
- ⑤ 遷移の初期から後期の環境変化として、土壌に含まれる栄養塩類は多く、地表の植物に届く光の強さも強くなる。
- ⑥ 林冠に大きなギャップができると、林床部分では飛来したり土壌に埋もれたりしていた先駆樹種の種子も発芽して生育できるようになる。

問 4 森林が最終的に到達する、全体として大きな変化を示さなくなった安定した状態を何というか。

問 5 本州の関東以西の平野部において、**問 4**を構成する代表的な樹木の葉には、共通する特徴がみられる。その特徴として最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 水分蒸散を抑えるため、葉が細長い針状になっている。
- ② 乾燥した環境に適応するため、葉が多肉質で水分を蓄える構造をもつ。
- ③ 光を効率よく吸収するため、葉が薄く面積が非常に大きい。
- ④ 葉の表面にクチクラ層が発達し、光沢がある。
- ⑤ 冬の低温に耐えるため、秋にすべての葉を落とす。

問 6 生態系に関する記述として適当なものを、次の①～⑤の中から二つ選び、番号で答えよ。

- ① 炭素の循環において、生物と大気との間で行われる炭素の移動は、生産者にみられるが消費者にはみられない。
- ② 生産者の光合成により光エネルギーが有機物中に化学エネルギーとして蓄積され、そのエネルギーは食物連鎖を通じて消費者に移り、最終的に熱エネルギーとして生態系外へ放出される。
- ③ 生産者が一定期間に成長する量は、生産者の総生産量（光合成によって生産する有機物の総量）・枯死量・被食量で決まり、呼吸量は影響しない。
- ④ 消費者のうち、生物の遺体や排出物などに含まれる有機物が無機物に分解される過程に関わるものは、分解者に位置づけられる。
- ⑤ 生態系において食物連鎖にもとづく位置づけを栄養段階とよび、一般的に栄養段階の上位の生物ほど、被食者・捕食者相互関係により、個体数は多くなる。

問7 近年では、生態系の保全のために干潟^{ひがた}や里山を保護する取り組みが行われている。干潟や里山に関する記述として最も適切なものを、次の①～④の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 干潟には貝類やゴカイなどが生息しているが、水質を浄化するはたらきはない。
- ② 里山では多様な生物が複雑な食物網を形成しているが、里山では放置されても森林は維持され、生物の多様性はほとんど低下しない。
- ③ 干潟に飛来するシギやチドリ類などの鳥類は干潟の貝類や魚類を食べるので、干潟に飛来しないようにし、生物多様性を保全する必要がある。
- ④ 里山の雑木林は主に落葉広葉樹からなり、人間が管理することで遷移の途中の段階が維持されている。

4 動物の発生と遺伝子に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

動物の初期胚で起こる体細胞分裂を^(a)卵割と呼ぶ。^(b)卵割の様式は卵における卵黄の量と分布に大きく左右され、たとえば昆虫類が形成する心黄卵は、卵黄の多くが卵の中心部に分布するので、卵割の様式は表割となる。また、卵の細胞質に含まれるタンパク質や mRNA の分布も発生の過程に大きな影響を与える。特に、雌親の細胞内で発現し、その mRNA など遺伝子産物が卵に蓄積される遺伝子は、**ア** 遺伝子と呼ばれる。

ショウジョウバエの場合、代表的な **ア** 遺伝子にビコイド遺伝子やナノス遺伝子があり、卵の前方にはビコイド遺伝子の mRNA（ビコイド mRNA）が、後方にはナノス遺伝子の mRNA（ナノス mRNA）が局在している。^(c)卵が受精すると、ビコイド mRNA やナノス mRNA の翻訳が開始され、胚の前後軸に沿ってビコイドやナノスなどのタンパク質の濃度勾配が形成される。

カエルなどの両生類では、胞胚において、植物極側の予定 **イ** 胚葉域が接する予定 **ウ** 胚葉域の細胞に作用し、これを **エ** 胚葉へと誘導する。この現象を **エ** 胚葉誘導という。 **エ** 胚葉誘導で生じた背側の **エ** 胚葉は、原腸胚後期に接する **ウ** 胚葉にはたらきかけて^(d)神経に誘導する形成体としてはたらく。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **エ** に当てはまる適切な語句を答えよ。

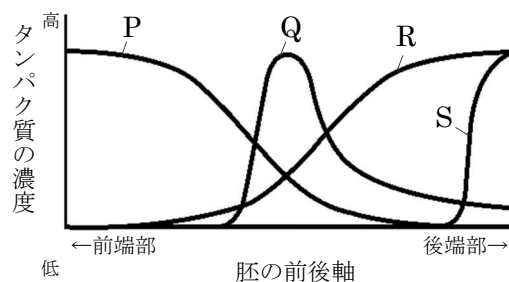
問2 下線部(a)に関して、一般的な体細胞分裂と比較したときの卵割に関する記述として、最も適切なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 分裂後の娘細胞が成長する時期が極めて短いため、分裂を繰り返すごとに細胞一つあたりの大きさは小さくなる。
- ② 卵割によって生じた各細胞は、体細胞分裂の場合とは異なり、すべて異なるゲノム構成をもつようになる。
- ③ 分裂のスピードが非常に遅く、一つひとつの細胞が十分に成長してから次の分裂に移行する。
- ④ 体細胞分裂とは異なり、核分裂のみが先行して起こり、細胞質分裂はすべての核分裂が終わるまで起こらない。
- ⑤ DNA の複製が行われる間期が省略されるため、分裂が進むにつれて細胞一つあたりの DNA 量は減少していく。

問 3 下線部(b)に関して、ビコイドタンパク質の濃度勾配が胚の広い領域にわたって効果をもつことができる理由として、最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 初期胚が細胞質分裂を伴わない核分裂を行うため、多核体の状態であり、細胞膜による隔てがないため、タンパク質が自由に拡散するから。
- ② 胚の各部位にある核が、周囲の濃度に応じて自らビコイド mRNA を合成し、増幅させるしくみがある。
- ③ ビコイドタンパク質が非常に小さく、細胞膜を容易に透過して隣接する細胞へ移動する性質をもっている。
- ④ ビコイドタンパク質が微小管などの細胞骨格に沿って、モータータンパク質により能動的に輸送されるから。
- ⑤ ビコイドタンパク質が細胞外に分泌され、体液の流れに乗って胚全体にすばやく運ばれるから。

問 4 下線部(c)に関して、調節遺伝子の一つであるハンチバックの mRNA は未受精卵では卵全体に分布しているが、ビコイドとナノスのタンパク質がハンチバックの発現を調節し、ハンチバックタンパク質の濃度勾配が形成される。ビコイドタンパク質はハンチバックの発現を活性化し、ナノスタンパク質は抑制することがわかっているとき、初期胚におけるハンチバックタンパク質の分布を表したグラフとして最も適当なものを図の P～Sの中から一つ選び、記号で答えよ。また、そう判断した理由として最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。



- ① 前端部に多いビコイドが発現を抑制し、後端部に多いナノスが発現を促進するため、後方で濃度が高くなる。
- ② 前端部に多いビコイドが発現を促進し、後端部に多いナノスが発現を抑制するため、前方で濃度が高くなる。
- ③ ビコイドとナノスの双方が発現を促進するため、胚の中央部で最も濃度が高くなる。
- ④ ビコイドとナノスの双方が発現を抑制するため、胚の中央部で最も濃度が低くなる。
- ⑤ ハンチバック mRNA が卵全体に様に分布しているため、タンパク質の分布も様になる。

問 5 下線部(d)について、カエル胚では、原腸胚期に原腸陥入が起こって形成体が神経を誘導する。

この現象については、**BMP** が重要な役割を果たしている。**BMP** は、胞胚期には胚の全域に分布しており、細胞表面の受容体に結合して、細胞の増殖や分化を促進するタンパク質である。なお、形成体から分泌されるタンパク質は、**BMP** と結合する性質があることがわかっている。

次の**実験結果 1～4** および、上記の **BMP** に関する特徴から、どのような結論が導けるか。次の①～⑤の中から正しいと考えられるものを二つ選び、番号で答えよ。

実験結果 1：胞胚の動物極側の予定表皮域を取り出して培養すると、表皮に分化した。

実験結果 2：胞胚の動物極側の予定表皮域から取り出した組織を形成体と接触させて培養すると、神経に分化した。

実験結果 3：胞胚の動物極側の予定表皮域を取り出し、細胞をばらばらにして互いに接触しないようにした状態で培養すると、神経に分化した。

実験結果 4：胞胚の動物極側の予定表皮域を取り出し、細胞をばらばらにして互いに接触しないようにした状態で **BMP** を加えて培養すると、表皮に分化した。

- ① 表皮になる部分も神経になる部分も、形成体からの誘導を受けると表皮になる。
- ② **BMP** が予定表皮域の細胞の細胞膜にある **BMP** 受容体と結合することで、表皮が分化する。
- ③ 予定表皮域は本来神経に分化する性質があるが、形成体から分泌されるタンパク質により神経への分化が阻害される。
- ④ 予定表皮域は本来神経に分化する性質があるが、**BMP** により神経への分化を阻害され表皮になる。
- ⑤ 形成体から分泌されるタンパク質は、**BMP** を活性化させ神経への分化を誘導する。

5 バイオテクノロジーに関する次の文章（Ⅰ・Ⅱ）を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

Ⅰ 2020 年以降、世界的な広がりを見せたコロナウイルス感染症の正式名称は、COVID-19 であり、その原因となるウイルス(新型コロナウイルスの遺伝子)は SARS-CoV-2 と呼ばれる。SARS-CoV-2 の感染の確認には、(a)PCR 法を応用した RT-PCR 法が用いられる。SARS-CoV-2 の遺伝子は **ア** なので、この方法ではまず、採取された検体に含まれているすべての **ア** に対して、それらに相補的な塩基配列をもつ遺伝情報をもとに、**イ** を用いて **ウ** が合成される。次に、これらの 1 本鎖 **ウ** を鋳型として、SARS-CoV-2 の **ア** の塩基配列に対して相補的な塩基配列をもつ短鎖 **ウ** をプライマーとして PCR 法を行うと、検体中に SARS-CoV-2 の **ア** が含まれている場合のみ、**ウ** が増幅されるので感染の有無がわかる。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる適語を答えよ。

問2 下線部(a)に関して、PCR 法で目的外の DNA が増幅されるのを防ぐため、プライマーを結合させる温度を意図的に高く設定することがある。このとき、温度を高くすることで増幅の精度が上がる理由として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 温度を高くすることで、DNA リガーゼの活性が高まり、プライマーと鋳型 DNA の結合が強固になるため。
- ② 温度を高くすることで、完全に相補的な配列間でのみ安定した結合が形成され、部分的に一致する非特異的な結合が抑制されるため。
- ③ 温度を高くすることで、プライマー自体の塩基配列が変化し、目的の領域にのみ結合しやすくなるため。
- ④ 温度を低くすると、DNA の 2 本鎖が解離しにくくなり、プライマーの結合する隙間がなくなるため。

問3 近年、新型コロナウイルス感染症の対策として、mRNA ワクチンという新しいワクチンが開発・実用化されている。新型コロナウイルス感染症に対する mRNA ワクチンには、ウイルスの表面に露出しているスパイクタンパク質の情報をもつ mRNA が脂質に包まれたものが含まれる。体内に入ったワクチンにより生じる体内の反応についての記述として適当なものを、次の①～④の中から二つ選び、番号で答えよ。

- ① mRNA ワクチンは、インフルエンザワクチンと同様に、不活性化病原体や病原体の成分の一部を用いる不活性化ワクチンであり、比較的安定で常温でも扱いやすい。
- ② 体内に入った mRNA は細胞内のリボソームで翻訳され、一時的に mRNA 由来のタンパク質が合成される。
- ③ mRNA を包む脂質は親水性で水になじみやすく、細胞膜を通じてエンドサイトーシスにより、容易に mRNA を細胞内に送りこみやすくするはたらきをもっている。
- ④ 体内に入った mRNA によりつくられたタンパク質は、一次応答として排除されたのちに、T 細胞や B 細胞の一部が記憶細胞として体内に残り、免疫記憶が形成される。

Ⅱ 遺伝子を切り出し、別の DNA に組み込む技術を遺伝子組換え技術といい、この技術を用いると目的のタンパク質を大量に生産することができる。この技術では、DNA を特定の塩基配列の部分で切断する **エ** と、DNA 断片をつなげる **オ** という酵素が用いられる。**エ** で切り出された遺伝子は、**オ** によってプラスミドという環状 DNA に組み込んで、別の細胞に導入することができる。プラスミドのように遺伝子の運び手となるものは **カ** と呼ばれる。

外来のタンパク質を大腸菌内でつくらせるとき、(b)そのタンパク質をコードする遺伝子を連結したプラスミドを大腸菌に導入する。しかし、(c)プラスミドは使用する大腸菌のすべてには導入されないため、導入を判別する工夫が必要である。例えば、抗生物質の一つであるアンピシリンを大腸菌から排除できるようにする遺伝子（amp^r 遺伝子）をプラスミドに連結し、アンピシリンが存在する培地中で大腸菌が増殖できるかどうかで導入を判別する方法がある。(d)それ以外にも、GFP 遺伝子をプラスミドに連結しておき、緑色の蛍光を発するかどうかで導入を確認する方法もある。

問 4 文中の空欄 **エ** ～ **カ** に当てはまる適語を答えよ。

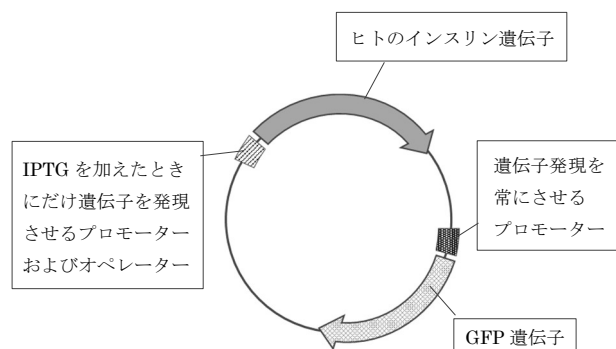
問 5 下線部(b)に関して、ヒトのインスリン遺伝子（ゲノム DNA）をそのまま大腸菌に導入しても、正常なインスリンが合成されない。その理由として最も適当なものを次の①～⑤から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 大腸菌内では、ヒトの DNA を異物として認識して分解する制限酵素が常に働いているため。
- ② ヒトのゲノム DNA にはイントロンが含まれるが、大腸菌にはスプライシングの仕組みがないため。
- ③ ヒトと大腸菌では、アミノ酸を指定するコドンの対応関係が根本的に異なっているため。
- ④ 大腸菌のリボソームは、真核生物由来の mRNA に結合して翻訳を開始することができないため。
- ⑤ 大腸菌は環状 DNA しか保持できず、線状であるヒトの DNA を複製することができないため。

問 6 下線部(c)・(d)に関して、右図のようなプラスミド（GFP 遺伝子と、IPTG 添加時のみ働くインスリン遺伝子を保持）を導入した大腸菌を「IPTG を含まない培地 X」と「IPTG を含む培地 Y」で培養した。

(1)培地 X において、プラスミドが導入された大腸菌のコロニーを判別する方法として、最も適当なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 培地 X にアンピシリンを加え、死滅せずに生き残ったコロニーを探す。
- ② 培地 X のコロニーを培地 Y に植え替え、インスリンを合成し始めたもののみを元の培地 X から選ぶ。
- ③ 培地 X に紫外線を照射し、緑色の蛍光を発するコロニーを探す。
- ④ 培地 X に紫外線を照射し、インスリンを合成しているコロニーを探す。
- ⑤ 培地 X で増殖しているすべてのコロニーが導入済みであるため、判別の必要はない。



(2)培地 Y において、緑色蛍光を発しているコロニーは、必ずインスリンを合成しているといえるか。
また、理由として最も適当なものを次の①～⑤から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 培地 Y に含まれる IPTG は、インスリン遺伝子の発現を促進する一方で、GFP 遺伝子の発現を阻害する働きをもっているから。
- ② インスリンが合成されるためには、IPTG の添加に加えて、アンピシリンによる選択圧が同時にかけられていなければならないから。
- ③ 緑色蛍光を発することはプラスミドが導入された証拠であり、培地 Y の条件下であれば、そのプラスミドに保持されたすべての遺伝子が必ず発現するから。
- ④ GFP 遺伝子とインスリン遺伝子は同じ一つのプロモーターによって制御されているため、一方が発現していれば必ずもう一方も合成されるから。
- ⑤ 培地 Y には IPTG が含まれており、インスリン遺伝子上流にあるプロモーターが活性化されるため、導入されたプラスミドからは GFP とインスリンの両方が合成されるから。