北里大学

2025 年度　一般選抜　生物

（2 科目　100 分）

注意事項　各問題の選択肢のうち質問に適した答えを 1 つだけ選びマークすること。1 問に 2 つ以上解答した場合は誤りとする。

Ⅰ　哺乳類の体温調節や止血機構に関する以下の問いに答えなさい。

問 1　ヒトの体温調節についての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

ぁ体温調節中枢が体温の低下を感知すると，体温の上昇を誘導する反応が引き起こされる。例えば，ぃある神経が働いて，［ 1 ］からのアドレナリンの分泌が促進される。また，［ 2 ］からのさまざまな刺激ホルモンの分泌が促進され，［ 3 ］からのチロキシンの分泌や，［ 4 ］からの糖質コルチコイドの分泌など，複数のホルモンの分泌が促進される。

1. 文中の［ 1 ］～［ 4 ］に当てはまる部位または細胞として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。
   ① 胸腺　② 甲状腺　③ 膵臓のランゲルハンス島の A 細胞
   ④ 膵臓のランゲルハンス島の B 細胞　⑤ 脳下垂体前葉　⑥ 脳下垂体後葉
   ⑦ 副甲状腺　⑧ 副腎髄質　⑨ 副腎皮質

2. 文中の**下線部あ**が存在する部位として最も適切なものを答えなさい。［ 5 ］
   ① 大脳　② 小脳　③ 視床下部　④ 中脳
   ⑤ 橋　⑥ 延髄　⑦ 脊髄

3. 文中の**下線部い**の神経についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。［ 6 ］
   A. 脳幹や脊髄の下部から出る末梢神経である。
   B. 立毛筋には分布していない。
   C. 汗腺に分布しており，体温が上昇したときには，その働きによって発汗が促進される。
   D. この神経の末端から各器官へ分泌される主要な神経伝達物質は，ノルアドレナリンである。
   ① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
   ⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
   ⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

4. 体温調節に関わる以下のホルモンについての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢をそれぞれ答えなさい。

   (1) チロキシン［ 7 ］

   (2) （注）原本で設問省略
   A. 脂溶性ホルモンである。
   B. 血液中の Ca^{2+} 濃度を上昇させる。
   C. 腎臓において Na^{+} や水の再吸収を促進する。
   D. 骨格筋において，タンパク質からの糖の生成を促進して，血糖値を上昇させる。
   ① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
   ⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
   ⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

問 2　止血機構についての以下の問いに答えなさい。

1. 止血に関わる有形成分やタンパク質についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。[9]

A. 血小板は，1 mm^3 の血液中に赤血球より多く含まれる。

B. 血餅(けっぺい)を構成する成分には，赤血球も含まれる。

C. 血管が損傷して出血が起きたとき，最初にその部位に集まってかたまりをつくるのは血小板である。

D. フィブリノーゲンは，血清には含まれるが血漿(けっしょう)には含まれないタンパク質である。

① A	② B	③ C	④ D	⑤ AB
⑥ AC	⑦ AD	⑧ BC	⑨ BD	⑩ CD
⑪ ABC	⑫ ABD	⑬ ACD	⑭ BCD	⑮ ABCD

2. プラスミンはフィブリンを分解する酵素である。この酵素は，tPA という酵素がフィブリンとともにプラスミノーゲンと結合して，プラスミノーゲンを切断することによって産生される。ただし，血流中では tPA は PAI-1 というタンパク質と結合して不活性化された状態にあり，プラスミノーゲンの切断は起きにくい。以下の問いに答えなさい。

(1) tPA や PAI-1 の働きと線溶についての記述として最も適切なものを答えなさい。[10]

A. tPA は線溶を促進する働きをもつ。

B. tPA は線溶を抑制する働きをもつ。

C. PAI-1 は線溶を促進する働きをもつ。

D. PAI-1 は線溶を抑制する働きをもつ。

E. 線溶は，フィブリン上よりも血流中において起きやすい。

F. 線溶は，血流中よりもフィブリン上において起きやすい。

① ACE	② ACF	③ ADE	④ ADF
⑤ BCE	⑥ BCF	⑦ BDE	⑧ BDF

(2) 線溶のしくみに異常がある**患者 P** の遺伝子を解析したところ，PAI-1 をコードする遺伝子への 1 塩基の挿入によるフレームシフトが起き，PAI-1 の mRNA に終止コドンである UGA が新たに生じて，PAI-1 の機能が失われていた。**図 1** に，野生型の PAI-1 をコードする mRNA（開始コドンから終止コドンまでの 1284 塩基）について，変異型で 1 塩基の挿入が認められた部位（矢印）と，この 1 塩基の挿入によって新たに生じる終止コドンの近傍を含む一部の塩基配列を示す。**患者 P** がもつ PAI-1 以外の遺伝子はすべて正常であり，翻訳後の野生型および変異型 PAI-1 には切断などの変化は生じないものとして，以下の問いに答えなさい。



図 1　野生型の PAI-1 をコードする mRNA の塩基配列（一部）：開始コドンの最初の塩基を 1 番目としたときの塩基の番号を塩基の上段に示す。配列中に「…」として示す箇所の塩基配列は省略してある。患者 P がもつ変異型の PAI-1 では，矢印で示す位置への 1 塩基の挿入のみが見られ，その結果，野生型の PAI-1 をコードする mRNA の 475 番目に相当する塩基以降の配列中に，コドンが UGA（終止コドン）となる部位が新たに生じた。

1) 野生型と変異型の PAI-1 を構成するアミノ酸の数を計算し，最も適切な値をそれぞれ答えなさい。ただし，[11]と[14]は 100 の位の数字，[12]と[15]は 10 の位の数字，[13]と[16]は 1 の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は，「⑩ 0」を答えなさい。なお，同じ選択肢を複数回答えてもよい。

野生型 [11][12][13]アミノ酸

変異型 [14][15][16]アミノ酸

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

2) **患者 P** の症状とその原因について考えられる記述として最も適切なものを答えなさい。[17]

① 線溶が過剰に起こるために，止血に要する時間が延長した。

② 線溶が過剰に起こるために，止血に要する時間が短縮した。

③ 線溶が起こりづらいために，止血に要する時間が延長した。

④ 線溶が起こりづらいために，止血に要する時間が短縮した。

3. ヒトにおいて，**タンパク質 E**，**タンパク質 N**，**タンパク質 T** は，それぞれ主に肝臓から分泌される血液凝固因子であり，通常はいずれも不活性化された状態で血中を循環して，それぞれ一定の濃度に保たれている。血液凝固の際には，**タンパク質 E** が活性化し，**タンパク質 N** および**タンパク質 T** の両者と結合して 1 つの複合体をつくって，これらのタンパク質を活性化し，活性化した複合体がある物質に働いてうトロンビンの産生を促進する。トロンビンは，**タンパク質 E** を活性化する働きももつ。あるタイプの血友病（血友病 A）は，**タンパク質 E** をコードする遺伝子のさまざまな変異によって引き起こされ，ある変異では，**タンパク質 E** の発現量が健常者の 1％ 未満になり重篤な血友病の症状を示す。このような血友病 A の治療法として，**タンパク質 E** を注射して補う方法が行われてきたが，補われたえ**タンパク質 E** に対する抗体が産生されて治療の効果が得られなくなるという欠点があった。そこで，お人工的につくられた別の抗体を用いた薬剤が開発された。さらに，かRNA 干渉（RNAi）によって特定の遺伝子の発現を抑制することで働くき薬剤（siRNA 薬）の開発も期待されている。以下の問いに答えなさい。

(1) 文中の**下線部う**についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。[18]

A. フィブリンの基質となるタンパク質である。

B. フィブリノーゲンを基質とする酵素である。

C. このタンパク質の産生過程には Ca^{2+} が必要である。

D. **タンパク質 E** の活性に対して負のフィードバック調節を行う。

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB

⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD

⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

(2) **タンパク質 E** をコードする遺伝子は X 染色体上にあり，血友病 A は潜性遺伝を示す。血友病 A を発症していない両親から産まれた子が血友病 A を発症した。正常型（顕性）の対立遺伝子を E，変異型（潜性）の対立遺伝子を e とした場合，父親，母親および産まれた子の性染色体の構成とその遺伝子型についての記述として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお，同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1) 父親[19]

2) 母親[20]

3) 産まれた子[21]

① 性染色体の構成は XX であり，いずれも E をもつ。

② 性染色体の構成は XX であり，いずれも e をもつ。

③ 性染色体の構成は XX であり，それぞれ E と e を 1 つずつもつ。

④ 性染色体の構成は XY であり，X 染色体上に E をもつ。

⑤ 性染色体の構成は XY であり，X 染色体上に e をもつ。

(3) 健常者では文中の**下線部え**の抗体が産生されないしくみとして最も適切なものを答えなさい。[22]

① 拒絶反応　② 細胞性免疫　③ 自然免疫

④ 体液性免疫　⑤ 免疫寛容　⑥ 免疫記憶

(4) 文中の**下線部お**の抗体は，2 本の L 鎖と 2 本の H 鎖を構成するポリペプチド鎖のいずれもがそれぞれ互いに異なるアミノ酸配列をもち，1 つの抗体に 2 か所存在する抗原との結合部位に**タンパク質 N** と**タンパク質 T** がそれぞれ 1 つずつ結合できるように設計されている。したがって，この抗体は**タンパク質 E** の代わりとして**タンパク質 N** および**タンパク質 T** と結合して複合体をつくることで働く。この抗体を得るために，ある培養細胞に，抗体を構成する 2 種類の L 鎖と 2 種類の H 鎖のそれぞれをコードする遺伝子をすべて導入した。抗体が L 鎖と H 鎖のランダムな組合せで生じるものとすると，この細胞で導入した遺伝子からつくられる抗体は何種類か。また，そのうち目的の働きをもつ抗体は何種類か。それぞれの数として最も適切なものを答えなさい。なお，同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1) この細胞でつくられる抗体の種類 [23] 種類

2) 目的の働きをもつ抗体の種類 [24] 種類

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 10

⑪ 12　⑫ 16　⑬ 24　⑭ 32　⑮ 48

(5) 文中の**下線部か**についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。[25]

A. 翻訳されない RNA が関与する。

B. 標的遺伝子の転写を阻害する。

C. 標的遺伝子の翻訳を阻害する。

D. このしくみを用いて標的遺伝子の発現量を減少させることをノックアウトという。

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB

⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD

⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

(6) **タンパク質 Z** は，**タンパク質 N** や**タンパク質 T** と結合して，これらを不活性化する働きがある。血友病 A の患者の中には，**タンパク質 Z** の減少によってその症状が軽減する例がある。文中の**下線部き**の siRNA 薬は，**タンパク質 Z** をコードする遺伝子の発現を抑制するように設計されている。この siRNA 薬の効果を調べるために，サルを用いて以下の**実験 1**〜**実験 3** を行った。以下の問いに答えなさい。なお，サルにおける血液凝固はヒトと同様の分子が関与して起こる。

実験 1 健常なサルに，siRNA 薬を 4 種類の異なる用量（体重 1 kg 当たりの重量）で 1 回投与した。投与した日を 0 日として，その前後にわたって血液を採取し**タンパク質 Z** の濃度を測定したところ，**図 2 A** のようになった。また，同時にトロンビンの濃度を測定し，**タンパク質 Z** の減少率との関係を調べたところ，**図 2 B** のようになった。

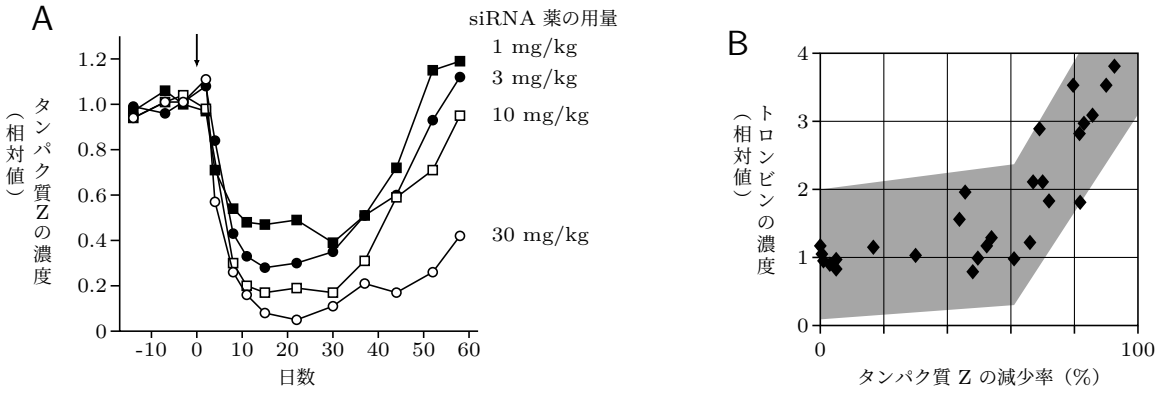

図 2 実験 1 の結果：(A) 矢印で示す時点（0 日）において siRNA 薬を 1 mg/kg（■），3 mg/kg（●），10 mg/kg（□），30 mg/kg（○）の用量で投与したときの，血中のタンパク質 Z の濃度（投与前の濃度の平均を 1 としたときの相対値)。(B)(A) の期間中のさまざまな時点における血中のトロンビンの濃度（投与前の濃度の平均を 1 としたときの相対値）と siRNA 薬投与前からのタンパク質 Z の減少率（%）の関係。灰色の領域は，同じ実験を繰り返したときに得られる測定値が 95 % の確率で含まれると統計的に予測される範囲を示す。

実験 2 健常なサルに，7 日ごとに生理食塩水あるいは siRNA 薬を異なる用量で投与しながら血液を採取し，**タンパク質 Z** の濃度を測定したところ，**図 3** のようになった。また，このときの**タンパク質 Z** の減少率とトロンビンの濃度との関係は，**図 2 B** と同様であった。

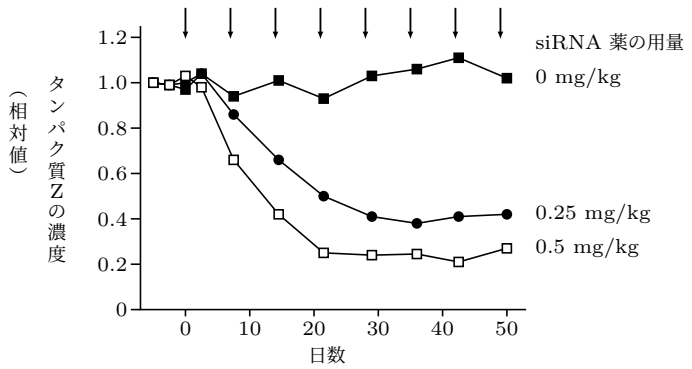

図 3 実験 2 の結果：矢印で示す時点（0 日から 7 日ごと）において，siRNA 薬を 0.25 mg/kg（●）および 0.5 mg/kg（□）の用量で繰り返し投与したときの血中のタンパク質 Z の濃度（投与前の濃度の平均を 1 としたときの相対値)。対照実験として生理食塩水の投与を同様に行い，siRNA 薬の用量 0 mg/kg（■）として示す。

実験 3 **実験 2** と同様に，健常なサルに生理食塩水あるいは siRNA 薬を 7 日ごとに投与した。そして，6 回目の投与から 7 日後に，**タンパク質 E** と結合し，その量を減少させる抗体を投与した。この抗体の投与前と投与 4 時間後にそれぞれ血液を採取し，**タンパク質 E** およびトロンビンの濃度を測定したところ，それぞれ**図 4 A** および**図 4 B** のようになった。

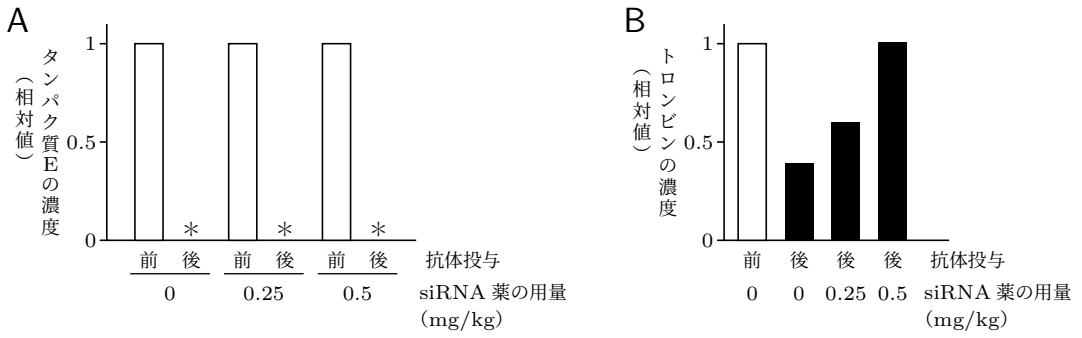

図 4 実験 3 の結果：生理食塩水あるいは siRNA 薬を 7 日ごとに 6 回投与した後，タンパク質 E と結合してその量を減少させる抗体を投与した前後における，血中のタンパク質 E の濃度 (A) とトロンビンの濃度 (B)。いずれも生理食塩水（siRNA 薬の用量 0 mg/kg）を投与したサルにおける抗体投与前の濃度を 1 としたときの相対値を示す。＊は 0.01（検出限界）未満であったことを表す。

1) **実験 1** の結果についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 26

A. siRNA 薬を多く投与するほど，**タンパク質 Z** の発現は強く抑制された。

B. siRNA 薬の効果は，すべての用量で投与 50 日後においても認められた。

C. **タンパク質 Z** の発現量と血中のトロンビンの濃度は正の相関を示した。

D. siRNA 薬を 30 mg/kg の用量で投与した場合，投与 15 日後における血中の**タンパク質 Z** の濃度の減少率は 80 % より大きかった。

① A ② B ③ C ④ D ⑤ AB
⑥ AC ⑦ AD ⑧ BC ⑨ BD ⑩ CD
⑪ ABC ⑫ ABD ⑬ ACD ⑭ BCD ⑮ ABCD

2) **実験 1** および**実験 2** の結果や，これらの結果に基づいて考えられることとして適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 27

A. siRNA 薬を繰り返し投与することによって，1 回当たりの投与する siRNA 薬の用量が少なくても siRNA 薬の効果は 30 日以上にわたって持続した。

B. siRNA 薬を繰り返し投与した場合，血中の**タンパク質 Z** の濃度は，投与した用量に関わらず毎回減少した。

C. siRNA 薬を 0.25 mg/kg の用量で繰り返し投与した場合の，初回の投与から 30 日後における効果は，siRNA 薬を 1 mg/kg の用量で 1 回だけ投与した場合の，投与 30 日後における効果とほぼ同等であった。

D. siRNA 薬を 0.5 mg/kg の用量で繰り返し投与した場合，初回の投与から 30 日後における血中のトロンビンの濃度は投与前の約 0.2 倍から約 2 倍の範囲に 95 % の確率で含まれると予想される。

① A ② B ③ C ④ D ⑤ AB
⑥ AC ⑦ AD ⑧ BC ⑨ BD ⑩ CD
⑪ ABC ⑫ ABD ⑬ ACD ⑭ BCD ⑮ ABCD

3) **実験 3** の結果や，結果に基づいて考えられることとして適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 28

A. 抗体の投与の有無に関わらず，siRNA 薬の投与によって血中の**タンパク質 E** の量が低下した。

B. siRNA 薬の投与の有無に関わらず，抗体の投与によって血中の**タンパク質 E** の量が低下した。

C. 抗体を投与したサルの血中には，**タンパク質 E** がまったく残存していなかったので，投与した

siRNA 薬の用量に依存してトロンビンの濃度が変化した。

① A　② B　③ C　④ AB　⑤ AC
⑥ BC　⑦ ABC

4) これらの実験結果は，siRNA 薬がヒトの血友病 A の症状を軽減する治療薬の有力な候補であることを示している。siRNA 薬がこのような有効性を示すしくみとして適切な記述だけをすべて含む選択肢を答えなさい。[29]

A. 血友病 A ではトロンビンの産生量が低下しており，siRNA 薬はこれを回復させる。
B. 血友病 A では**タンパク質 E** の発現量が低下しており，siRNA 薬はこれを回復させる。
C. 血友病 A では**タンパク質 N** の活性が低下しており，siRNA 薬はこれを回復させる。
D. 血友病 A では**タンパク質 T** の活性が低下しており，siRNA 薬はこれを回復させる。

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

II 被子植物の生殖および発生に関する以下の問いに答えなさい。

問 1 被子植物の配偶子形成と胚発生についての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

シロイヌナズナは発芽後 20 日程度で開花し配偶子を形成する。おしべの中ではぁ花粉四分子が形成される。花粉四分子は 4 個の細胞からなり，それぞれの細胞からぃ雄原細胞と花粉管細胞が形成され，その後成熟した花粉となる。一方，めしべの胚珠内では，胚のう母細胞が減数分裂して胚のう細胞が生じ，さらに核分裂を終えて胚のうとなる。めしべに付着した花粉は花粉管を伸長し，花粉管が珠孔に達した後，重複受精が起こる。その後，ぅ受精卵は最初の体細胞分裂をして，胚発生が始まる。発生初期においてオーキシン濃度の高い細胞からは将来胚となる[30]が形成され，一方オーキシン濃度の低い細胞からは[31]が形成される。さらに細胞分裂が進むと胚のうち[31]に最も近い部位が[32]に分化する。シロイヌナズナは種子の成熟の際に，ぇ胚乳は発達せず，子葉に養分を貯えるが，胚珠内に胚乳が発達して養分を蓄える植物も存在する。

1. 文中の[30]～[32]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。
① 種皮　② 胚球　③ 胚柄　④ 幼芽　⑤ 幼根

2. シロイヌナズナの体細胞の染色体数は 10 本である。以下の細胞や構造体の中に存在する染色体の総数（本）として最も適切な値をそれぞれ答えなさい。なお，同じ選択肢を複数回答えてもよい。

(1) 珠孔付近まで花粉管を伸長している花粉[33]本

(2) 胚のう[34]本

(3) 受精直後の胚乳細胞[35]本

① 5　② 10　③ 15　④ 20　⑤ 25
⑥ 30　⑦ 35　⑧ 40　⑨ 45　⑩ 60

3. 文中の**下線部あ～う**のうち，不等分裂によって大きさが異なる細胞が生じるものはどれか。適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。[36]

① **あ**　② **い**　③ **う**　④ **あ，い**
⑤ **あ，う**　⑥ **い，う**　⑦ **あ，い，う**

4. 花粉管が伸長して珠孔の方向へ誘引されるしくみは，トレニアを用いた実験によって明らかになった。この実験において，全く花粉管が誘引されなかったものは以下のうちどれか。最も適切なものを答えなさい。[37]

① 卵細胞のみを破壊した。
② 中央細胞のみを破壊した。
③ 2 つの助細胞のうち 1 つを破壊した。
④ 2 つの助細胞を両方破壊した。
⑤ 中央細胞を破壊し，さらに 2 つ助細胞のうち 1 つを破壊した。

5. オーキシンについての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 38

A. オーキシンが受容体に結合すると，その複合体はさらに DNA と結合して，標的遺伝子の転写を抑制する。
B. 植物の茎の表皮にジベレリンを与えた後，オーキシンを与えると，表皮細胞は吸水して縦方向に体積が膨張する。
C. 植物の茎頂に片側から光を当てると，オーキシンが光の当たらない側に輸送される。
D. 茎の細胞において，オーキシンが基部側に輸送されるのは，頂端側の細胞膜に排出輸送体が多く存在するためである。
E. 根を水平に置くと，根冠の細胞においてアミロプラストが移動し，その移動方向とは逆の方向にオーキシンが輸送される。

① A　② B　③ C　④ D　⑤ E
⑥ AB　⑦ AC　⑧ AD　⑨ AE　⑩ BC
⑪ BD　⑫ BE　⑬ CD　⑭ CE　⑮ DE

6. 文中の**下線部え**に当てはまる植物として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 39

A. イネ　B. エンドウ　C. カキ

① A　② B　③ C　④ AB　⑤ AC
⑥ BC　⑦ ABC

問 2　被子植物には自家受精ができる種（自家和合性種）と，できない種（自家不和合性種）が存在する。自家不和合のしくみについての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

自家不和合は，花粉とめしべの柱頭でそれぞれ発現する，花粉因子・めしべ因子と呼ばれる異なる種類のタンパク質によって引き起こされる。これらの因子をコードする遺伝子はゲノム上に連続して並んでおり，2 つの遺伝子を含む領域は S 遺伝子座と呼ばれる。S 遺伝子座には複数の対立遺伝子があるが，ここでは対立遺伝子 S1，S2，S3 についてのみ考える。花粉因子・めしべ因子のアミノ酸配列は対立遺伝子ごとに異なる（**図 1**）。それぞれの対立遺伝子から発現する因子を，S1 花粉因子，S1 めしべ因子のように呼ぶ。花粉と柱頭にどの対立遺伝子由来の因子が発現するかは植物種によって異なり，ある自家不和合性の 3 種の植物（**種 X**，**種 Y**，**種 Z**）では以下のようになっている。

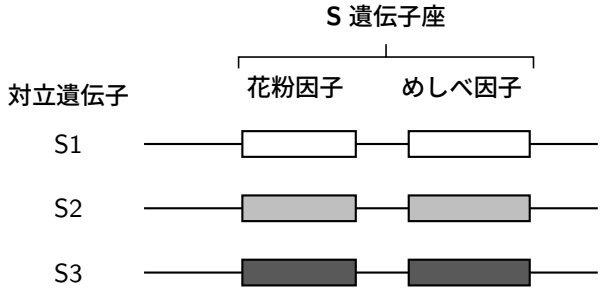

図 1　自家不和合を引き起こす S 遺伝子座の模式図

種 X の花粉では，減数分裂の前（核相が $2n$ のとき）に花粉因子が発現する。対立遺伝子の間には顕性・潜性の関係はない。例えば，遺伝子型 S1S2 の個体では，つくられるすべての花粉において，S1 花粉因子と S2 花粉因子の両方が発現する。

種 Y の花粉では，減数分裂の前（核相が $2n$ のとき）に花粉因子が発現する。対立遺伝子の間には顕性・潜性の関係があり，S1 は S2 と S3 に対して顕性で，S2 は S3 に対して顕性である。例えば，遺伝子型 S1S2 の個体では，つくられるすべての花粉において，S1 花粉因子のみが発現する。

種 Z の花粉では，減数分裂の後（核相が n のとき）に花粉因子が発現する。例えば，遺伝子型 S1S2 の個体では，S1 花粉因子が発現する花粉と，S2 花粉因子が発現する花粉が，1 : 1 の割合でつくられる。

種 X，Y，Z の柱頭（核相は $2n$）では，いずれも対立遺伝子の間に顕性・潜性の関係はない。例えば，遺伝子型 S1S2 の個体の柱頭では，S1 めしべ因子と S2 めしべ因子の両方が発現する。

種 X，Y，Z のいずれにおいても，同じ対立遺伝子由来の因子を発現する花粉と柱頭が受粉した場合，花粉管の形成が阻害されたり，花粉が死滅したりして受精が起こらない（自家不和合）。

1. 文中の**種 X，Y，Z** を用いて，以下の実験を十分な回数行ったときに得られる種子において，胚の遺伝子型の存在比を，S1S2 : S1S3 : S2S2 : S2S3 で表したものとして，最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお，同じ選択肢を複数回答えてもよい。

   (1) **種 X** において，遺伝子型 S1S2 の個体から採取した花粉を，遺伝子型 S2S3 の個体のめしべに付着させた。 40

   (2) **種 Y** において，遺伝子型 S1S2 の個体から採取した花粉を，遺伝子型 S2S3 の個体のめしべに付着させた。 41

   (3) **種 Z** において，遺伝子型 S1S2 の個体から採取した花粉を，遺伝子型 S2S3 の個体のめしべに付着させた。 42

   ① 1 : 1 : 1 : 1　② 1 : 1 : 0 : 1　③ 1 : 0 : 0 : 1
   ④ 1 : 0 : 1 : 1　⑤ 1 : 1 : 0 : 0　⑥ 0 : 1 : 0 : 1
   ⑦ 0 : 0 : 0 : 1　⑧ 0 : 0 : 1 : 2　⑨ 0 : 1 : 1 : 0
   ⑩ 0 : 0 : 0 : 0

2. 文中の**下線部**はエピジェネティクスの働きによって生じる。エピジェネティクスに関する記述として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 43

   A. 遺伝子の転写調節領域の DNA 塩基配列のうち特定のシトシンがメチル化されると，その遺伝子の発現が抑制される。
   B. クロマチンの高次構造のゆるんでいる領域は RNA ポリメラーゼが結合しにくくなり，転写が抑制される。
   C. ヒストンにアセチル基が付加されると，DNA とヒストンの結合が強固となり，その領域の転写が促進される。
   D. DNA の塩基配列の変化を伴わない遺伝子発現の調節機構であるため，体細胞分裂後の娘細胞にその効果は受け継がれることはない。

   ① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
   ⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
   ⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

3. 上記の植物種のような自家不和合のしくみが世代を超えて維持されている場合，一般的に S 遺伝子座はどのような状態にあると考えられるか。その記述として最も適切なものを答えなさい。 44

   ① 花粉因子とめしべ因子をコードする遺伝子間の距離は遠く，この領域の組換えは起きやすい。
   ② 花粉因子とめしべ因子をコードする遺伝子間の距離は近く，この領域の組換えは起きやすい。

③ 花粉因子とめしべ因子をコードする遺伝子間の距離は近く，この領域の組換えは起きにくい。

4. S 遺伝子座に突然変異が生じた場合に，自家不和合性を失う可能性があるものとして，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。[45]

A. 染色体の逆位による花粉因子をコードする遺伝子のエキソンの分断

B. 花粉因子をコードする遺伝子のエキソンに生じた 1 塩基欠失

C. 花粉因子をコードする遺伝子のエキソンに生じた同義置換

D. めしべ因子をコードする遺伝子のプロモーター配列に生じた変異による転写の抑制

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

5. 自家和合性の植物に比べて自家不和合性の植物にはどのような特徴があると考えられるか。その記述として最も適切なものを答えなさい。[46]

① 虫媒花であるため子孫をより多く残すことができる。

② 生存に不利な遺伝子が集団内に蓄積しやすい。

③ 集団中に遺伝的多様性が維持されやすい。

④ 新しい生育場所に 1 個体が侵入するだけでも有性生殖で個体数が増えやすい。

III 生態系における物質生産とバイオームに関する次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

生産者が有機物をつくり出す過程を物質生産と呼ぶ。生産者が一定期間内に単位面積当たりに生産した有機物の量を総生産量，呼吸により消費した有機物の量を呼吸量，総生産量から呼吸量を引いたものを純生産量と呼ぶ。生産者の成長量は[47]，一次消費者の同化量は[48]で表される。落葉や落枝，動物の遺体などは土壌動物や菌類，細菌などにより分解される。

ある地域の植生とそこに生息する動物などを含めた生物のまとまりをバイオームと呼ぶ。**図 1** は，陸上のさまざまなバイオームと気候との関係を示しており，**図 2** は陸上（**i**〜**n**）および海洋（**o**〜**q**）のさまざまなバイオームにおける年間の純生産量と現存量の関係を示している。なお，**図 2** 中の **i**，**j**，**k** は森林帯で，**i** は赤道域，**j** は温帯域，**k** は高緯度域の森林を示す。また **l** と **m** はそれぞれ熱帯域の草原と温帯域の草原を示す。**o**，**p**，**q** は沿岸域，外洋域，藻場・サンゴ礁に見られるバイオームのいずれかを示す。

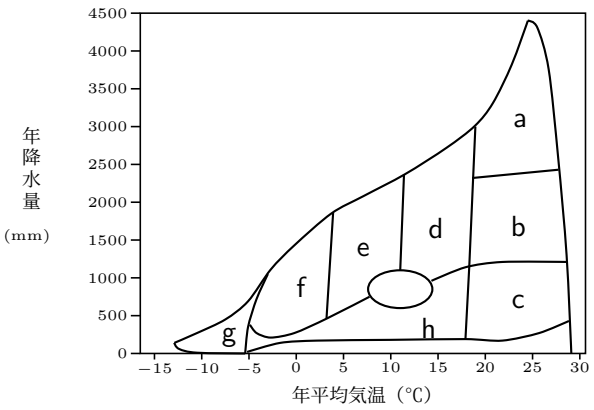

図 1 陸上のバイオームと気候の関係：a〜h は陸上のバイオームを示す。

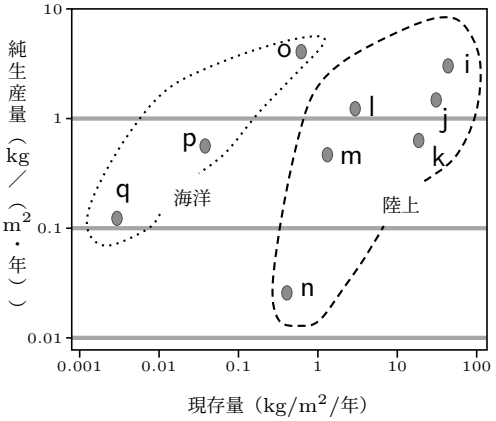

図 2 バイオームにおける純生産量と植物の現存量の関係：i〜n は陸上のバイオーム，o〜q は海洋のバイオームを示し，純生産量と現存量は，いずれも各バイオームにおける 1 年間の単位面積当たりの平均値を示す。

問 1 文中の [47] と [48] に最も適切な式をそれぞれ答えなさい。

① 総生産量 − 被食量 − 枯死量　② 総生産量 − 被食量 − 呼吸量
③ 純生産量 − 被食量 − 枯死量　④ 純生産量 − 被食量 − 呼吸量
⑤ 生産量 − 不消化排出量　⑥ 生産量 − 呼吸量
⑦ 摂食量 − 不消化排出量　⑧ 摂食量 − 呼吸量

問 2 有機物として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。[49]

A. ATP　B. RNA　C. セルロース　D. リン脂質

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
⑪ ABC　⑫ ABD　⑬ ACD　⑭ BCD　⑮ ABCD

問 3 ある森林のある時点における現存量を 390 t/ha（トン/ヘクタール），1 年後の現存量を 412 t/ha，この森林の 1 年間の呼吸量，枯死量，被食量をそれぞれ 62 t/ha，14 t/ha，3 t/ha とする場合，この森林の 1 年間の純生産量を計算し最も適切な値を答えなさい。ただし，[50] は 100 の位の数字，[51] は 10 の位の数字，[52] は 1 の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は，「⑩ 0」を答えなさい。なお，同じ選択肢を複数回答えてもよい。[50] [51] [52] t/ha

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

問 4 **図 1** の **e** に分布する代表的な植物と動物の種として最も適切な組合せを答えなさい。[53]

植物　A. エゾマツ　B. スダジイ　C. ブナ
動物　D. オニオオハシ　E. ツキノワグマ　F. プレーリードッグ

① AD　② AE　③ AF　④ BD　⑤ BE
⑥ BF　⑦ CD　⑧ CE　⑨ CF

問 5　**図 1** 中の **b**，**c**，**d**，**f**，**h** のバイオームは，**図 2** 中のどのバイオームに対応するか。対応するバイオームの組合せとして適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 54

A. **b − l**　B. **c − k**　C. **d − j**　D. **f − n**　E. **h − m**

① A　② B　③ C　④ D　⑤ E

⑥ AB　⑦ AC　⑧ AD　⑨ AE　⑩ BC

⑪ BD　⑫ BE　⑬ CD　⑭ CE　⑮ DE

問 6　海洋においてその濃度が純生産量に大きな影響を及ぼす物質として最も適切なものを A〜C から，また**図 2** 中の **p** と **q** における単位面積当たりの純生産量を比較したときの記述として最も適切なものを D〜F から，それぞれ選びその組合せを答えなさい。 55

A. 窒素とナトリウム

B. ナトリウムとリン酸塩

C. 窒素とリン酸塩

D. **p** は沿岸域であり，河川や海底からの栄養塩類が豊富に供給されるため，外洋域である **q** より純生産量は大きい。

E. **p** は外洋域であり，大陸棚の湧昇により栄養塩類が豊富に供給されるため，藻場・サンゴ礁である **q** より純生産量は大きい。

F. **p** は藻場・サンゴ礁であり，低緯度の熱帯に分布するため，沿岸域である **q** より純生産量は大きい。

① AD　② AE　③ AF　④ BD　⑤ BE

⑥ BF　⑦ CD　⑧ CE　⑨ CF

問 7　**図 2** 中の **j** と **p** では，純生産量は数倍の差であるが，現存量は数百倍もの差がある。現存量が大きく異なる理由として，最も適切な記述を答えなさい。 56

① 水生植物や植物プランクトンは，陸上植物に比べて非光合成器官の割合が多いため。

② 水生植物や植物プランクトンは，陸上植物に比べて非光合成器官の割合が少ないため。

③ 水生植物や植物プランクトンは，陸上植物と同等の割合の非光合成器官をもつが，呼吸量が多いため。

④ 水生植物や植物プランクトンは，陸上植物と同等の割合の非光合成器官をもつが，呼吸量が少ないため。

問 8　文中の**下線部**についての以下の問いに答えなさい。

1. 一次消費者から分解者に取り込まれ，腐食連鎖（動物の遺体や落葉・落枝などからはじまる食物連鎖）へ移行する物質量を表す式として最も適切なものを答えなさい。 57

① 一次消費者の同化量 − 被食量 − 呼吸量

② 一次消費者の同化量 − 成長量 − 呼吸量

③ 一次消費者の同化量 − 成長量 − 被食量 − 呼吸量

④ 一次消費者の摂食量 − 被食量 − 呼吸量

⑤ 一次消費者の摂食量 − 成長量 − 呼吸量

⑥ 一次消費者の摂食量 − 成長量 − 被食量 − 呼吸量

2. 生態系において，光合成によって植物に取り込まれた光エネルギーのうち，食物網を経て分解者に受け渡されたものは，その後，最終的にどのようになるか。最も適切なものを答えなさい。 58

① すべて化学エネルギーに変換された後に生態系を循環する。

② すべて化学エネルギーに変換された後に化石燃料がもつエネルギーとして蓄積され，生態系を循環しない。

③ 熱エネルギーとして放出され，生態系を循環する。

④ 熱エネルギーとして放出され，生態系を循環しない。