

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 1 問 タンパク質と核酸

出題範囲	タンパク質, シグナル伝達, 酵素, DNA
難易度	★★★★☆
所要時間	得意: 6 分 ふつう: 9 分 苦手: 11 分
傾向と対策	第 1 問は生体内の物質や遺伝子に関する分野からの出題である。問 1～問 4 は知識問題であるが、問 1 と問 4 で要求されている知識はかなりレベルの高いもので、教科書の隅々までしっかりと目を通していた人しか自信をもって解答できなかっただろう。また、問 5 と問 6 は計算問題となっており、特に問 5 は計算に慣れていなければ戸惑ってしまう。全体を通して、第 1 問は例年よりも難易度が高くなっているといえる。考えても答えがわからない知識問題に時間を使いすぎてしまわないようにしたい。

A

問 1 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

選択肢を順に確認していけばよい。

- ① 誤 インスリンは細胞表面から分泌されるが、水溶性のホルモンであり細胞膜を通過できないため、標的細胞の細胞膜上にある受容体に結合する。そのため、インスリンはミトコンドリアには結合しない。
- ② 誤 インスリンの受容体はイオンチャネルといったようになっていない。イオンチャネルといったことになった受容体は神経のシナプスなどでみられる。インスリンの受容体は細胞内の物質に作用することによりシグナル伝達を行う。
- ③ 正 インスリンは 2 本のポリペプチド鎖がジスルフィド結合により結合したものである。
- ④ 誤 ジスルフィド結合はポリペプチド鎖のシステインの硫黄原子間で生成されるため、ジスルフィド結合をもつインスリンは硫黄原子を含むシステインを最低でも 2 つもつはずである。

以上より、正解は③である。

◆Check!!

ホルモンによる情報伝達のメカニズム

ホルモンには標的器官の細胞膜上の受容体に結合して作用するものと標的器官の細胞膜を通過して細胞内で作用するものが存在する。両者の違いはホルモンが細胞膜を通過できるかできないかという差によって生じる。

ペプチドホルモンなどは親水性であり、細胞膜を通過できないために、受容体が標的器官の細胞膜上に存在する。この場合、ホルモンが受容体に結合すると受容体の立体構造が変化し、細胞内の物質に作用することでシグナル伝達が行われ、結果的に遺伝子の発現が調節される。問 1 に出てきたインスリンはペプチドホルモンであるためこのタイプである（図 A）。

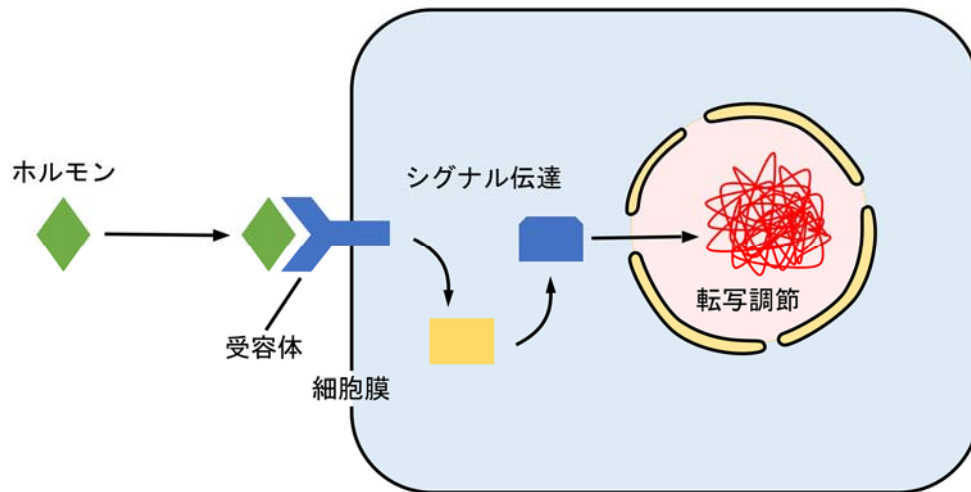


図 A タンパク質系ホルモンの作用メカニズム

一方でステロイドホルモンなどは脂溶性であり、細胞膜を通過できるため、受容体は細胞質や核内に存在する（図 B, C）。この場合、ホルモンが受容体に結合することで形成された複合体が DNA の特定の部位にはたらきかけることによって遺伝子の発現が調節される。

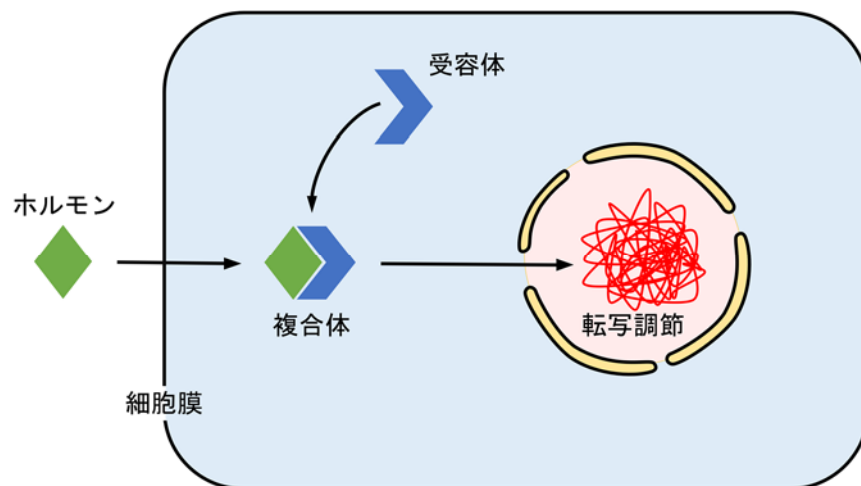


図 B ステロイドホルモンの作用メカニズム（受容体が細胞質に存在する場合）

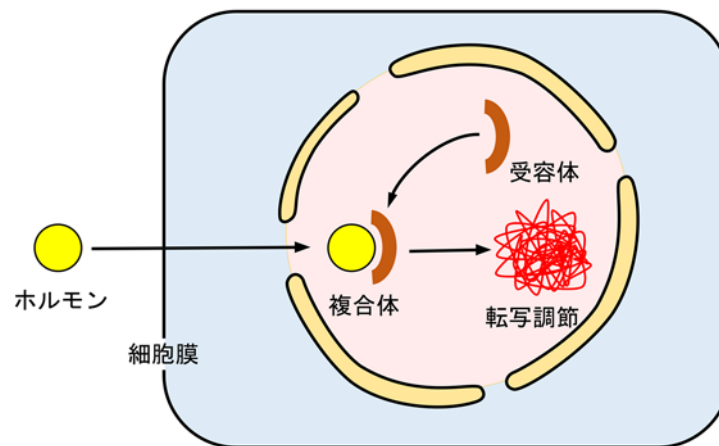


図 C ステロイドホルモンの作用メカニズム（受容体が核内に存在する場合）

問 2 2 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

- ① 誤 抗体は L 鎖（light chain）および H 鎖（heavy chain）という 2 種類のポリペプチドが結合したものである。ラギング鎖およびリーディング鎖は DNA 複製の際に新たに合成される 2 本の DNA 鎖で、不連続に合成されるほうがラギング鎖、連続的に合成されるほうがリーディング鎖である。次の図 D で抗体の構造を確認しておこう。

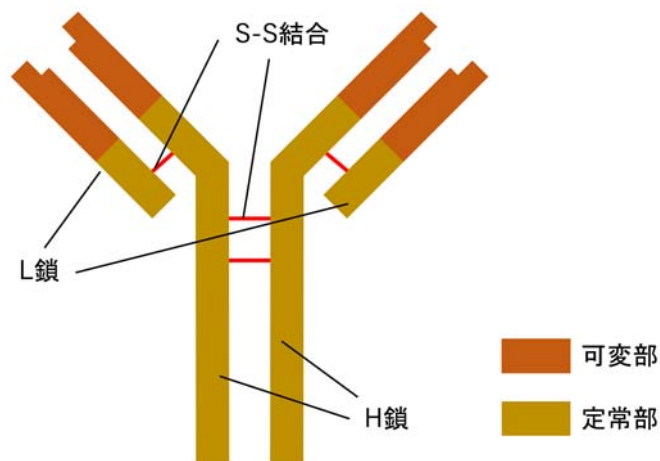


図 D 抗体の構造

- ② 正 抗体の可変部は、対応する抗原に対して特異的な立体構造をもつ。抗体はこの可変部で抗原と結合し、抗原を無毒化する。これを**抗原抗体反応**という。
- ③ 誤 抗体の可変部における多様なアミノ酸配列は、B 細胞が成熟する際に遺伝子の再編成が行われることによるものである。可変部の多様なアミノ酸配列は可変部の多様な立体構造をつくり出す。これに対し、定常

部のアミノ酸配列は抗体の種類によらずほぼ一定であるため、定常部の立体構造も抗体の種類によらずほぼ同じである。

- ④ 誤 遺伝子の再編成を受け成熟した B 細胞は、再編成によって選ばれた遺伝子の組み合わせがコードする 1 種類の抗体しか産生することができない。次の図で遺伝子の再編成のしくみを確認しよう。L 鎖の可変部をコードする遺伝子はもともと多数の遺伝子断片を含む V 領域・J 領域からなり、V 領域と J 領域から 1 つずつ遺伝子断片が選択されて定常部をコードする領域と繋げられることで遺伝子の再編成が行われる。H 鎖の可変部をコードする遺伝子では多数の遺伝子断片を含む領域は V 領域・D 領域・J 領域の 3 つ存在し、L 鎖と同様のメカニズムによって再編成が行われる（図 E）。

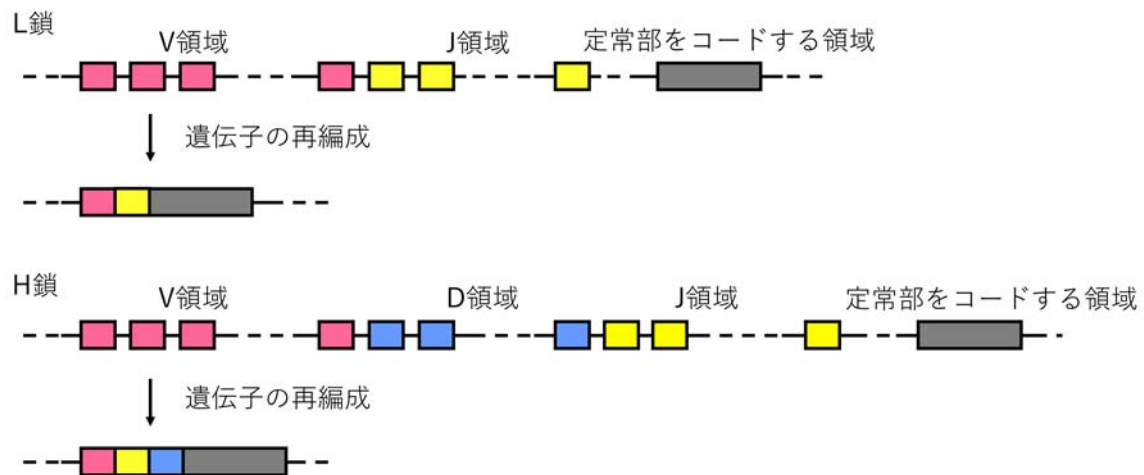


図 E B 細胞における遺伝子の再編成

以上より、正解は②。

問 3 3 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説

アには低下が入る。活性化エネルギーとは、化学反応が起こるために必要なエネルギーである。酵素は特定の基質に結合し、化学反応の反応速度を大きくしているので、反応の活性化エネルギーは低下していると考えられる。

イには 2 が入る。問題文にあるとおり、酵素反応の反応速度は酵素の最適 pH で最も大きくなる。ペプシンは胃液中ではたらく酵素であるが、胃液は酸性であるため、ペプシンの最適 pH も酸性であると考えられる。

ウには活性部位、エにはアロステリック部位が入る。酵素は特定の基質と結合するが、この部位を活性部位とよぶ。アロステリック部位とは、基質以外の物質が結合して活性部位の立体構造を変化させる部位のことである。アロステリック部位をもつ酵素はアロステリック酵素とよばれる。アロステリック部位に反応の最終生成物などが結合すると、酵素の活性部位の立体構造が変化して基質が結合できなくなることがある。多くの

場合、このようなメカニズムによって負のフィードバックがなされている。

以上より、正解は⑤。

B

問 4 4 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 DNA の複製の様式は半保存的複製とよばれ、2 本鎖 DNA の両鎖で起こる。一方で、転写の際に鋳型となるのはその片側だけである。2 本鎖 DNA はそれぞれ相補的ではあるが配列は異なり、転写が起こる方向も逆向きであるため、もしも両側の DNA を鋳型として転写が起こっても、生じるタンパク質はまったく異なるものになってしまう。
- ② 誤 DNA の複製と同様に、RNA への転写が起こるのも核内である。転写によってつくられた mRNA 前駆体は核内でスプライシングを経て mRNA となり、核外へ運ばれる。翻訳は細胞質のリボソームで行われる。
- ③ 誤 隣り合ったヌクレオチドどうしの結合は、ヌクレオチドのリン酸と糖の間で形成される。
- ④ 誤 rRNA はリボソームを構成する RNA である。細胞分裂の際の染色体の凝縮には、タンパク質がかかわっている。

以上より、正解は①。

問 5 5 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説

シトシンとグアニンは相補的に結合するため、相補的なヌクレオチド鎖において、一方の鎖に含まれるシトシンの割合ともう一方の鎖に含まれるグアニンの割合は等しくなる。当然、一方の鎖に含まれるグアニンの割合ともう一方の鎖に含まれるシトシンの割合も一致する。

求めるグアニンの比率を X% とすると、RNA 鎖、転写の鋳型となった DNA 鎖の転写領域（アンチセンス鎖）、転写の鋳型とならなかった DNA 鎖の転写領域（センス鎖）のそれぞれのシトシンとグアニンの比率は次の表のようになる。ただし、RNA 鎖とアンチセンス鎖、アンチセンス鎖とセンス鎖はどちらも相補的である。

表 それぞれの鎖のシトシンとグアニンの比率

	シトシン	グアニン
RNA 鎖	15%	X%
アンチセンス鎖	X%	15%
センス鎖	15%	X%

2 本鎖 DNA 中でのシトシンの比率は 24%なので、表の水色で塗りつぶした部分の平均が 24%となる。よって、次の式が成り立つ。

$$(X\% + 15\%) \div 2 = 24\%$$

$$X = 33$$

よって、正解は⑤。

問 6 6 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

選択的スプライシングに関する問題である。問題文にあるとおり、mRNA 前駆体は翻訳される可能性のある部分であるエクソンと翻訳されない部分であるイントロンからなり、選択的スプライシングによって異なるエクソンの組み合わせから生じるさまざまな mRNA が合成される。これが 1 つの遺伝子から多様な mRNA が合成されるメカニズムである。このことを踏まえて問題を解いていこう。

エクソン 1～4 のうち、1, 4 は常に含まれ、イントロンはいずれも除去されることから、生成され得る mRNA の数は、エクソン 2 の有無の 2 通りとエクソン 3 の有無の 2 通りとを掛けて、合計 4 通りである。エクソンどうしが入れ替わって mRNA を形成することはないという点に注意しよう。

よって、正解は④。この問題ではエクソンの数が多くないため、実際に何パターンか数えてみるのもよいだろう。

(熊井勇介, 西川尚吾, 後藤暁彦)

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 2 問 両生類の外胚葉の伸展，花粉管の誘引

出題範囲	発生，植物の生殖
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：7 分 ふつう：10 分 苦手：12 分
傾向と対策	第 2 問は A が発生，B が生殖の分野からの出題である。2 つマークする小問が 2 題出題されたため，小問は昨年よりも 1 題少ない 4 題となっている。問 1 と問 4 は知識問題であるが，教科書の内容をしっかりと理解していれば難しくない。問 2 と問 3 は実験考察であり，ある程度時間がかかってしまうかもしれないが，問題文を読んで考えれば正解するのは難しくない。決して簡単な大問ではないが，高得点を取りたいところである。

A

問 1 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

図 1 は原基分布図である。原基分布図は予定運命図ともよばれ，胚の各部分が将来何に分化するかを示したものである。原基分布図そのものを覚えておくことに加え，それぞれの領域から分化する組織を覚えておきたい。

は側板になる領域である。側板からは心臓，血球，内臓筋などが生じる。よって，正解は①～④のいずれかである。

は体節になる領域である。体節からは骨格，骨格筋，真皮などが生じる。よって，正解は③，④のいずれかである。

は脊索となる領域である。よって，正解は④。

は内胚葉になる領域である。内胚葉からは肺，気管，内臓などが生じる。よって，正解は④で間違いはない。

以上より，正解は④。

◆Check!!

原基分布図と胚葉の分化

フォークトはイモリの胞胚表面を局所生体染色法により生物に無害な色素を用いて染め分け，胚の各部分がどのような組織に分化するか（予定運命）を調べた。このような方法によって原腸形成が始まる前の胚の各部分の予定運命を示したものを原基分布図という。原基分布図を図 A に示す。外胚葉性の組

織に分化する領域は青，中胚葉性の組織に分化する領域は赤，内胚葉性の組織に分化する領域は黄色で塗り分けてある。原基の分布に加え，それぞれの原基がどの胚葉から生じるものか覚えておきたい。

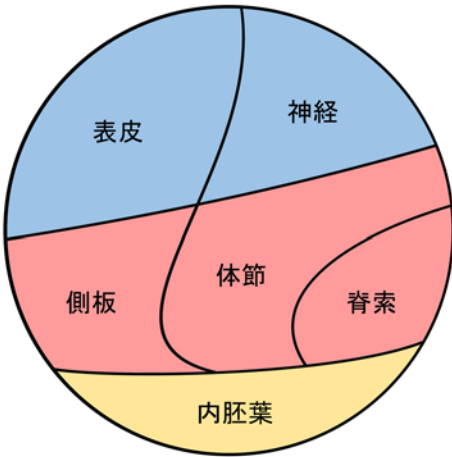


図 A 原基分布図（側面図）

発生が進み神経胚期になると，分化が進み各胚葉からさまざまな組織や器官が形成される。神経胚の断面図を図 B に示す。

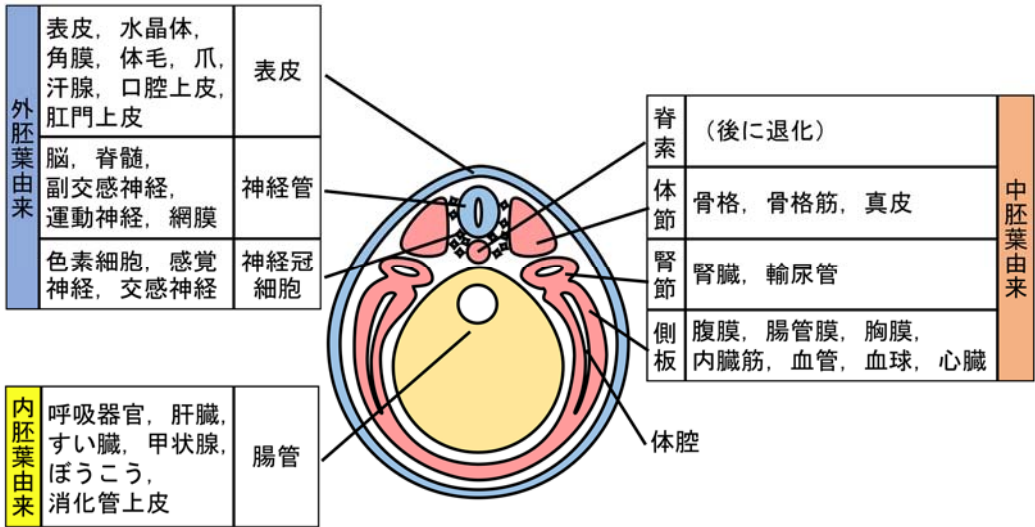


図 B 神経胚断面

問 2 2 3 正解は①，⑦（順不同）

難易度 ★★★★★

解説

実験結果を順に考察していく。実験 1 より，遺伝子 A は外胚葉領域の拡大と D 層の単層化に必要であるとい
 うことがわかる。実験 2 より，正常な状態であれば D 層の細胞は S 層の細胞に引き寄せられるということがわ

かる。実験 3 より、S 層の細胞の遺伝子 A の機能が失われていると D 層の細胞は S 層の細胞に引き寄せられないということがわかる。

以上から、遺伝子 A は D 層の細胞を S 層に引き寄せ、D 層を単層化するはたらきがあるとわかる。

①～④ 遺伝子 A は S 層で特異的に発現するので、S 層は D 層の単層化と D 層の細胞移動にかかわるといえる。

よって、正しいのは①。

⑤～⑧ 遺伝子 A は D 層の細胞を S 層のほうへ引き寄せ、D 層を単層化する。よって、正しいのは⑦。

以上より、正解は①、⑦。

問 3 4, 5 正解は②、⑤（順不同）

難易度 ★★★★★

解説

花粉管の誘因に関する実験について、正しい考察を選択する問題である。a～f の 5 つの条件群のうち、花粉管が誘因物質に向かったのは d のみである。条件群のうち選択肢の注目している点に合致するものと d を比較することで考察が正しいか判断できる。選択肢を順に見ていこう。

- ① 誤 条件 b と条件 d と条件 f を比較すると、めしべの部分である柱頭や花柱の有無・長さによって結果が変化している。よって、めしべは何らかのかたちで誘引にかかわっているといえる。
- ② 正 条件 b と条件 d を比較すると、両者の条件の違いは花柱の長さだけである。それにもかかわらず、条件 b では花粉管は誘引されず、条件 d では花粉管が誘引されている。よって、花柱の長さは花粉管の誘引に関与するといえる。
- ③ 誤 条件 c と条件 d を比較すると、両者の条件の違いは放置時間だけである。それにもかかわらず、条件 c では花粉管は誘引されず、条件 d では花粉管が誘引されている。よって、放置時間は花粉管の誘引に関与するといえる。
- ④ 誤 条件 c と条件 d の比較から、花粉管誘引物質による花粉管の誘引の有無は放置時間によって変化していることがわかる。よって、花粉管が花粉管誘引物質に向かう能力が発芽から受精に至るまで常に一定であるとはいえない。
- ⑤ 正 条件 d と条件 f を比較すると、両者の条件の違いは花柱を通過したか否かだけである。それにもかかわらず、条件 d では花粉管が誘引され、条件 f では花粉管は誘引されていない。よって、花粉管は花柱を通過することによって花粉管誘導物質に向かう能力を得たといえる。
- ⑥ 誤 条件群 b と条件 d と条件 f において観察された花粉管の長さは同程度であったと書かれている。それにもかかわらず、花粉管が誘引されたのは条件 d のみである。よって、花粉管が花粉管誘引物質に向かう能力は、花粉管の長さ以外の要因が必要であるといえる。

以上より、正解は②、⑤。

問 4

 正解は①

難易度 ★★★★★

被子植物の生殖に関する問題である。被子植物の生殖では配偶子形成の過程が複雑である。

- ① 正 花粉管の中を運ばれた 2 つの精細胞のうち、1 つは卵細胞と受精して受精卵となり、もう 1 つは中央細胞と融合して胚乳を形成する。
- ② 誤 花粉の中には花粉管核と雄原細胞があるが、精細胞は花粉管の中で雄原細胞が分裂することで生じる。
- ③ 誤 核相 n の精細胞と核相 n の卵細胞が融合するため、受精卵の核相は $2n$ である。
- ④ 誤 花粉四分子は 4 つすべてが成熟した花粉となる。
- ⑤ 誤 胚のう母細胞は減数分裂によって 4 個の細胞となるが、そのうち 3 個の細胞は退化する。よって、1 個の胚のう母細胞は減数分裂を経て 1 個の胚のう細胞になる。

以上より、正解は①。

(後藤暁彦, 安藤さくら, 西川尚吾)

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 3 問 筋肉の収縮，植物の病害抵抗性

出題範囲	筋肉，植物ホルモン
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：5 分 ふつう：7 分 苦手：9 分
傾向と対策	第 3 問の A は動物の反応，B は植物の環境応答の分野からの出題である。問 1，問 3，問 4 の知識問題はいずれもやさしいので，正解したいところ。特に問 4 はマーク箇所が 3 つあり，ここを落としてしまうと痛手である。問 2 と問 5 の考察問題のうち，問 2 は平易であるのに対し，問 5 は少し難しい。「遺伝子 X が病害抵抗性を抑制している遺伝子 Y を抑制している」という関係を把握できたかが正誤を分けたと考えられる。全体としては例年並みの難易度である。

A

問 1 1 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説

運動神経の軸索末端では，神経伝達物質であるアセチルコリンが放出される。アセチルコリンが筋細胞の細胞膜上に存在する受容体と結合することでイオンチャネルが開き， Na^+ などの陽イオンが筋細胞内に流入する。これにより筋細胞の膜電位が上昇し興奮が起こると，筋小胞体から Ca^{2+} が放出される。筋原繊維でトロポミオシンはアクチンとミオシンの結合を阻害しているが， Ca^{2+} がトロポニンと結合するとトロポミオシンのはたらきが阻害されることで筋原繊維中のアクチンとミオシンの結合が促され，筋収縮が起こる（図 A）。

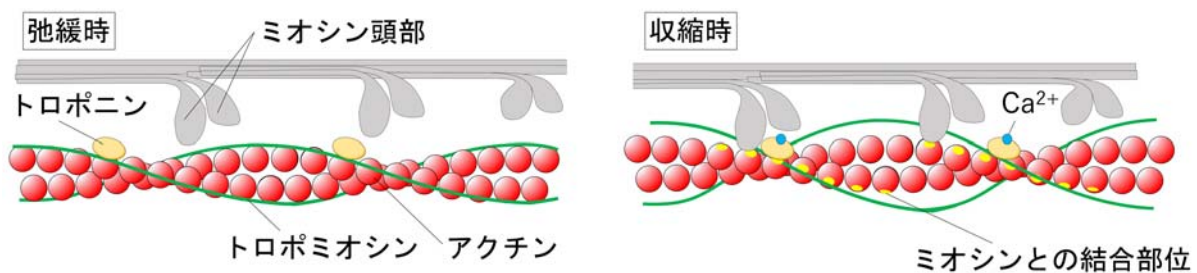


図 A トロポニンとトロポミオシン

よって，アにはアセチルコリン，イには Na^+ ，ウには Ca^{2+} が入る。

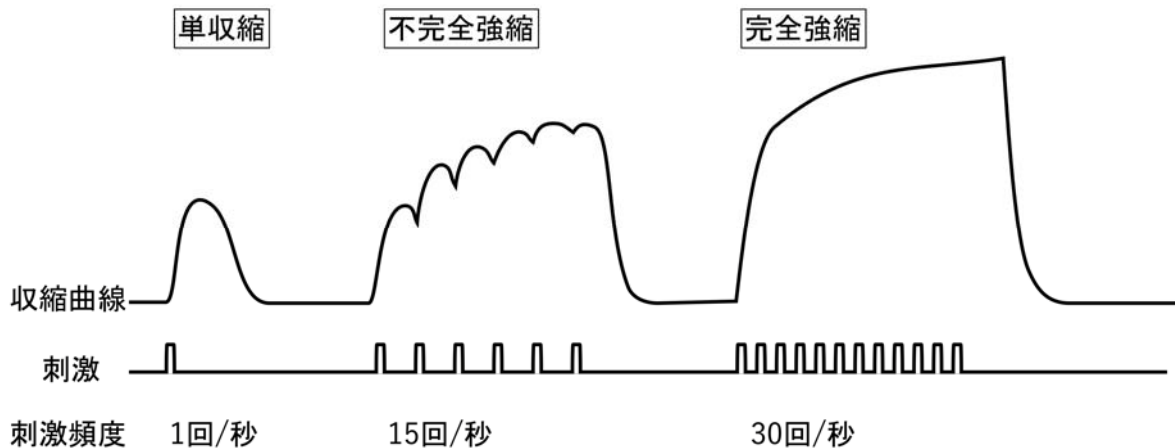
以上より，正解は⑤。

問 2 2 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

脊椎動物の骨格筋を運動神経が付いたまま取り出し、1 回電気刺激をあたえると小さい収縮が生じる。この収縮を**単収縮**という。単収縮が終わらないうちに電気刺激をあたえると単収縮が重なってより大きな収縮が生じる。これを**不完全強縮**という。電気刺激をさらに一定以上の頻度に増やすと、大きな収縮が一続きに生じる。これを**完全強縮**という。各収縮の収縮曲線は次の図 B のようになる。



上記のことを踏まえて問題を解いていこう。

図 1 より、カエルのふくらはぎの筋肉は刺激を受けてから 20 ミリ秒後に収縮を開始し、120 ミリ秒後にもと状態に戻ることがわかる。これは単収縮であり、この時に計測された筋肉の長さの最小値が L_1 である。実験 2 では、初めの刺激から 80 ミリ秒後に 2 回目の刺激をあたえている。実験 1 の結果から筋肉は刺激から 20 ミリ秒後に収縮を開始するので、2 回目の刺激の 20 ミリ秒後、つまり初めの刺激から 100 ミリ秒後に収縮を開始する。この時、筋肉は 1 回目の収縮が終わる前なので収縮が重なり大きくなる（不完全強縮）。そのため実験 2 の筋肉の長さの最小値である L_2 は L_1 より小さくなる。実験 3 では 1 回目の刺激の 160 ミリ秒後に 2 回目の刺激をあたえている。2 回目の刺激があたえられたときすでに 1 回目の収縮は終了しているため、収縮は重ならない。単収縮が 2 回起こるだけであるため筋肉の長さの最小値である L_3 は L_1 に等しい。

よって、 L_1 、 L_2 および L_3 の大きさの関係は $L_1 = L_3 < L_2$ なので、正しいものは $L_2 < L_1$ と $L_3 > L_2$ である。

以上より、正解は④。

問 3 3 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

骨格筋は筋繊維（筋細胞）の束が集まってできており、筋繊維は**筋原繊維**が集まってできている。筋原繊維は

アクチンフィラメントやミオシンフィラメントなどから構成される**サルコメア**（**筋節**）からなり、このサルコメアの長さが短くなることによって骨格筋の収縮が起こる。そのメカニズムは次のとおりであると考えられている。

ミオシン頭部は ATP の分解により得られたエネルギーを利用して形状を変化させ、アクチンと結合する。アクチンと結合しているミオシン頭部から ADP とリン酸が放出されるとミオシンはもとの形状に戻り、この時にアクチンフィラメントをたぐり寄せる。この反応が繰り返されるとミオシンフィラメントの間にアクチンフィラメントが滑り込むように動き、筋収縮が起こる。この時、次の図 C のように筋原繊維中の明帯の長さは短くなる。このように筋収縮が起こっているという説を**滑り説**という。

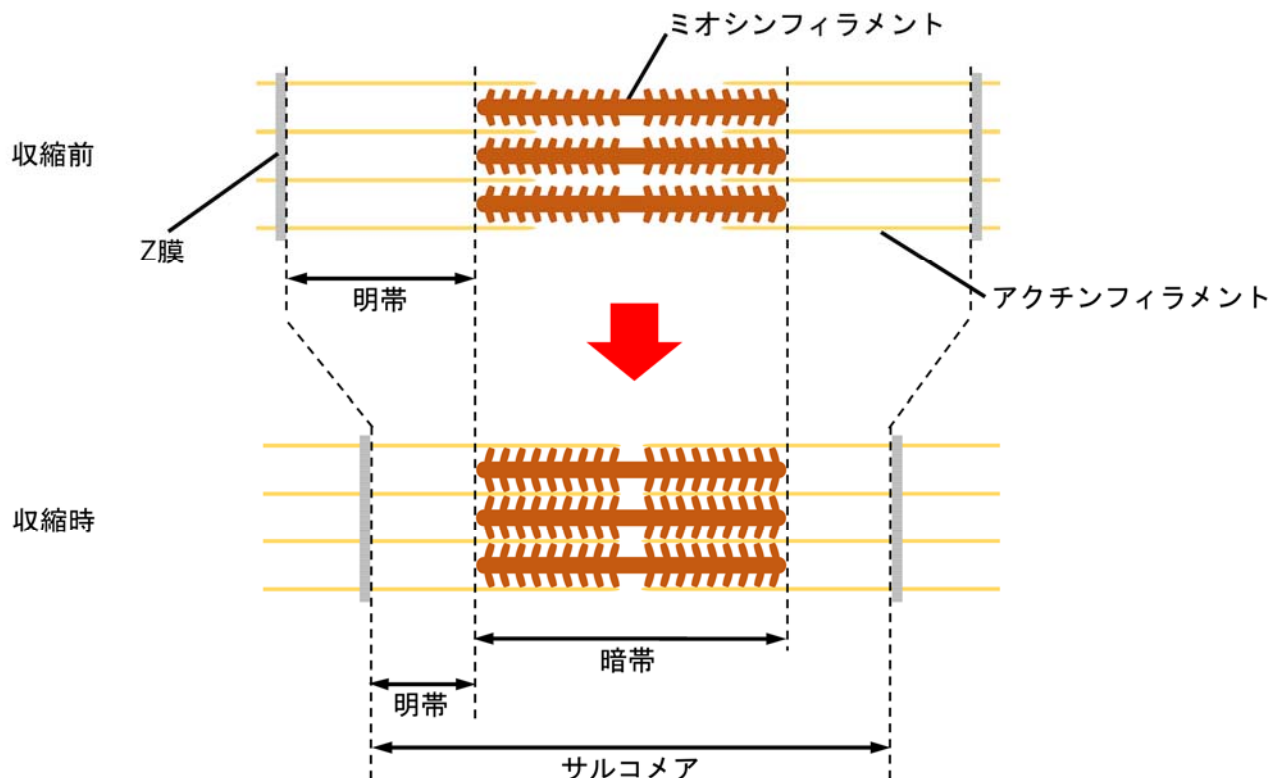


図 C 筋収縮のしくみ

よって、**エ**には分解、**オ**にはミオシン、**カ**にはアクチン、**キ**には明帯が入る。

以上より、正解は③。

B

問 4 **4** 正解は① **5** 正解は⑥ **6** 正解は⑦

難易度 ★★★★★

解説

クにはアブシシン酸が入る。アブシシン酸は発芽の抑制や気孔の閉鎖にかかわる植物ホルモンである。

ケにはジベレリンが入る。ジベレリンは細胞の伸長や種子の休眠打破にかかわる。イネの草丈が異常に高くなる病気である「ばか苗病」を引き起こすカビから発見された。

コにはサイトカイニンが入る。サイトカイニンは細胞分裂の促進や頂芽優勢の解除にかかわる。オーキシンとサイトカイニンを適当な濃度比で含む培地で植物組織を培養すると、未分化な細胞塊であるカルスが形成される。その際にサイトカイニンの濃度比を高くするとカルスから茎や葉が再分化し、オーキシンの濃度比を高くするとカルスから根が再分化する。

以上より、正解は①、⑥、⑦。

◆Check!!

植物ホルモン

代表的な植物ホルモンを次の表で確認しておこう。

表 植物ホルモニー覧

植物ホルモン	おもなはたらき
オーキシン	細胞伸長の促進、胞分裂の促進、子房の発育促進、 頂芽優勢維持、離層形成の抑制
ジベレリン	細胞伸長の促進、子房の成長促進、種子の休眠打破、 開花の促進
サイトカイニン	細胞分裂の促進、細胞老化の抑制、 カルス*の茎・葉への分化、頂芽優勢解除
アブシシン酸	細胞伸長の抑制、種子発芽の抑制、気孔閉鎖、 離層形成の促進
エチレン	果実成熟の促進、根・茎伸長の抑制、離層形成の促進、 老化促進
ブラシノステロイド	細胞伸長の促進、細胞分裂の促進、木部分化の促進
ジャスモン酸	防御反応の活性化
フロリゲン	花芽形成の促進

問5 7 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

遺伝子 X は病害抵抗性反応を抑制しており、遺伝子 Y は植物が病原菌を認識した際に遺伝子 X のはたらきを抑制し、病害抵抗性反応を開始させる。実験 4 ではシロイヌナズナの野生型、遺伝子 X を欠く突然変異体 x、遺

伝子 Y を欠く突然変異体 y の細菌に対する抵抗性を比較している。図 2 に示される結果より、感染葉の単位面積あたりの細菌数は、突然変異体 x では野生型に比べて少なく（＝病害抵抗性が強い）、突然変異体 y では野生型に比べて多い（＝病害抵抗性が弱い）ことがわかる。これは、突然変異体 x が病害抵抗性反応を抑制する遺伝子 X を失っているため恒常的に病害抵抗性反応を起こしている状態であるのに対し、突然変異体 y は病原体に感染しても遺伝子 Y を失っているため遺伝子 X による病害抵抗性反応の抑制を解除できなかったからである。

問 5 では、遺伝子 X と Y の両方を失った突然変異体 xy の病原抵抗性について考える。遺伝子 Y を失っているシロイヌナズナは、本来なら遺伝子 X による病害抵抗性反応の抑制を解除することはできないが、突然変異体 xy は遺伝子 X も失っているため病害抵抗性反応を抑制する機構がそもそも存在しない。つまり突然変異体 xy は恒常的に病害抵抗性反応を起こしている状態にあると考えられ、感染葉の単位面積あたりの細菌数は突然変異体 x と同程度であると考えられる。

以上より、正解は②。

（熊井勇介，西浦佑香，西川尚吾）

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 4 問 植物の窒素同化とエネルギー収支，生物多様性

出題範囲	窒素同化，物質生産，種間関係，生物多様性
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：5 分 ふつう：8 分 苦手：10 分
傾向と対策	第 4 問は生態系に関する分野からの出題である。A の問 2，問 3 は物質収支の関係式をしつかりと覚えていれば正解できる。B の問 4 の考察問題は「寄生」という語に対して先入観をもたずに文章を読んでいけば正解できる。問 5 では 3 つの生物多様性の違いについて正しく理解している必要がある。いずれの問題においても，教科書で大きく扱われている部分に関する知識の正確さが重要となった。難易度としては標準的である。

A

問 1 正解は⑥

難易度 ★★★★★

解説

には核酸が入る。ピルビン酸の化学式は $C_3H_4O_3$ であり窒素原子は含まれていない。一方，DNA や RNA といった核酸は塩基の部分に窒素原子を含んでいる。

にはマメ科，には根粒菌が入る。問題文に書いてあるように，植物は空気中の窒素分子 (N_2) を直接利用することはできず，**窒素固定細菌**が**窒素固定**によってつくり出すアンモニアや，**硝化菌**によってアンモニアからつくり出される硝酸などの無機窒素化合物を根から取り込んで利用している。また，マメ科の植物の根には窒素固定細菌である**根粒菌**が共生して，根粒を形成している。根粒菌の窒素固定によって大気中の窒素からつくられたアンモニアは植物の体内で窒素同化の過程を経てアミノ酸などの一部となって植物に利用される。

以上より，正解は⑥。

問 2 正解は⑥

難易度 ★★★★★

解説

生産者の純生産量は成長量＋枯死量＋被食量で求められる。年間の成長量は問題文にもあるとおり Y+1 年の現存量と Y 年の現存量の差をとればよい。よって，成長量は $23.71\text{kg}/\text{m}^2 - 23.01\text{kg}/\text{m}^2 = 0.70\text{kg}/\text{m}^2$ である。これに枯死量と被食量を足し合わせて，純生産量は $1.18\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ となる。

以上より，正解は⑥。

◆Check!!

生態系におけるエネルギー収支

生態系におけるエネルギー収支を次の図で確認してほしい。呼吸量や枯死量、死滅量、不消化排出量の存在によって上位の栄養段階の生物が利用できるエネルギーは小さくなっていく。

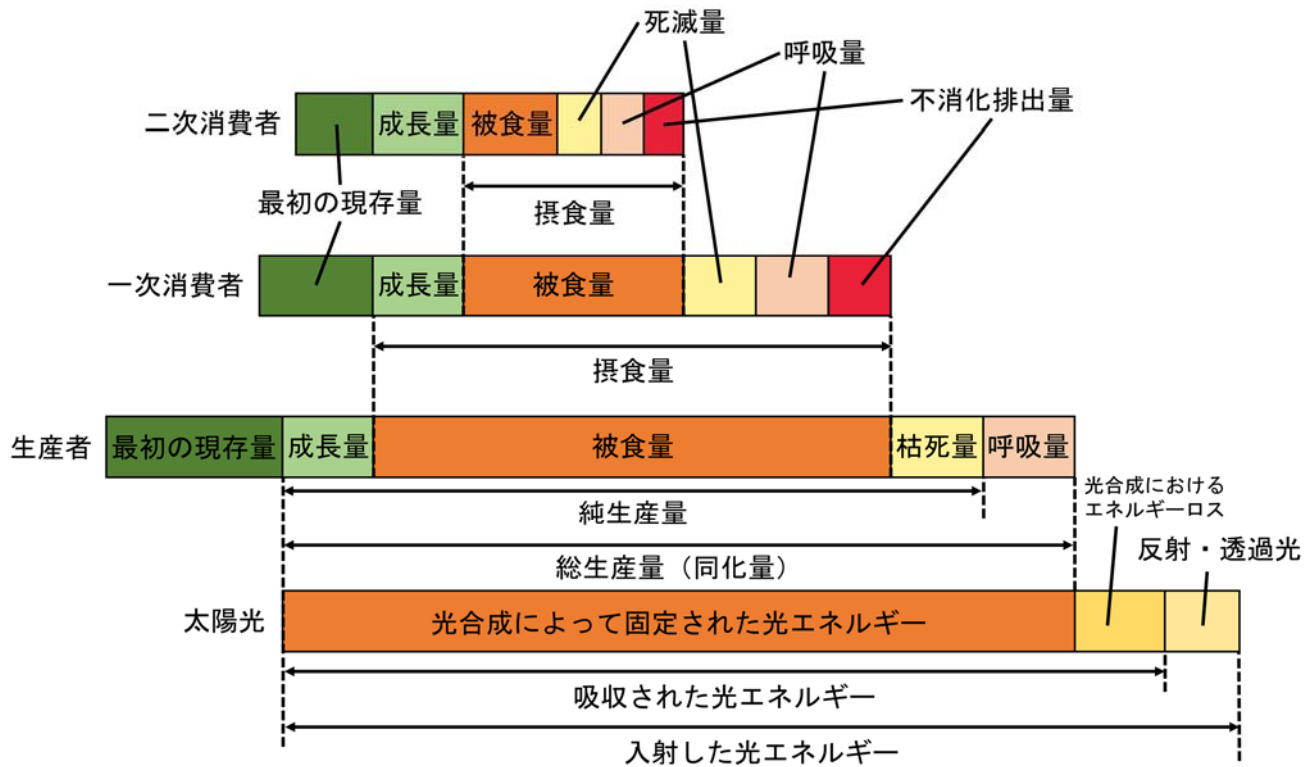


図 各栄養段階におけるエネルギー収支

問 3 3 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

総生産量は純生産量に呼吸量を足し合わせたものである。よって、足りない調査項目は生産者の呼吸量であり、生産者の呼吸量がわからなければ総生産量を推定することはできない。

以上より、正解は④。

B

問 4 4 正解は④

難易度 ★★☆☆☆

解説

捕食者が少ない年には、托卵された巣内のカラスのひなが捕食を逃れやすくなるというメリットよりも、托卵されたカラスの親が自分のひなの世話を十分にできなくなるというデメリットが上回り、1つの巣から巣立つひなの数は托卵されることで減少する。このとき、カッコウはカラスに世話をされることで利益を受けるが、カラスは巣立つひなの数が少なくなるという不利益を被っている。したがって、托卵されたカラスはカッコウによって寄生されているといえる。

一方、捕食者の多い年には、托卵されたカラスの親が自分のひなの世話を十分にできなくなるというデメリットよりも、カラスのひなが捕食を逃れやすくなるというメリットが上回り、1つの巣から巣立つひなの数は托卵されることで増加する。この時、カッコウはカラスに世話をされることで利益を受け、カラスはひなが捕食を逃れやすいという利益を受けている。したがって、托卵されたカラスとカッコウは相利共生の状態にあるといえる。

したがって、エには減少、オにはカッコウによって寄生されている状態、カには増加、キにはカッコウと相利共生の状態が入る。

以上より、正解は④。

問 5 5, 6 正解は③, ⑥ (順不同)

難易度 ★★☆☆☆

解説

生物多様性には**遺伝的多様性**、**種多様性**、**生態系多様性**の3つの階層がある。同種内における遺伝子の多様性を遺伝的多様性、ある生態系における種の多様さを種多様性、さまざまな環境に対応して多様な生態系が存在することを生態系多様性という。このことを踏まえて以下の選択肢を見ていこう。

- ① 誤 遺伝的多様性は同種の個体群内における遺伝子の多様性のことであり、個体の遺伝的多様性というものとは存在しない。
- ② 誤 その生態系に含まれる生物の種数と、それらの種が相対的に占める割合で決まるのは生態系多様性ではなく、種多様性である。
- ③ 正 個体群の遺伝的多様性が高いと、環境変化に対応できる個体が存在する可能性が高いため、環境が変化しても個体群は絶滅しにくい。
- ④ 誤 中規模の攪乱は生物群集内に複数の種を共存させ、種多様性を増大させる。十分な攪乱が起きないと種間競争に強い種ばかりが生き残り、種多様性は低下する。また、大規模な攪乱が起きてしまっても攪乱に強い種ばかりが生き残り、種多様性は低下してしまうと考えられる。適度な攪乱が生じることによって種間競争に弱い種や攪乱に弱い種でも生き残ることができ、種多様性は増大するのである。
- ⑤ 誤 個体数が少なくなると、遺伝的浮動の影響が大きくなったり、近親交配が高頻度で起こりやすくなった

りすることで有害遺伝子が蓄積される可能性が高くなる。

- ⑥ 正 ある地域において生態系多様性が高いと、より多くの生物種が生息できるため、種多様性も高くなると考えられる。

以上より、正解は③、⑥（順不同）。

（熊井勇介，後藤暁彦，西川尚吾）

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 5 問 マラリアによる遺伝子頻度の変化，草本の環境への適応

出題範囲	進化，植物の系統分類
難易度	★★☆☆☆
所要時間	得意：6 分 ふつう：8 分 苦手：10 分
傾向と対策	第 5 問は進化と系統分類に関する分野からの出題である。問 1 はマラリアによるヘモグロビン遺伝子の遺伝子頻度の変化に関する問題で，この話を知っていれば取り組みやすかっただろう。問 3 と問 6 はいずれも進化に関する基本的な知識問題で，問 2 の分子時計の計算問題，問 4 の適応に関する考察問題もまたやさしい。系統分類の分野を苦手とする受験生は多いと思うが，問 5 は中学校でも習うとても簡単な知識問題で，必ず正解したい。難易度はすべての大問の中で最も低く，すべて正解できるとよいだろう。

A

問 1 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説

突然変異によって生じた対立遺伝子 H_2 をもつ個体は赤血球が鎌状に変化し貧血が引き起こされるため，マラリアが流行していない地域では生存に不利である。しかし，遺伝子 H_2 をもつとマラリアに対する抵抗性が高くなるため，遺伝子型 H_1H_2 の個体はマラリアによる死亡率の高い地域では生存に有利である。したがって，マラリアが流行している地域の遺伝子 H_2 の頻度はマラリアが流行していない地域に比べて高い。ただし，遺伝子型 H_2H_2 の個体は重度の貧血のために生存率が著しく下がるので，マラリアが流行している地域の遺伝子 H_2 の頻度が 1 になることは考えられない。したがって， $y < x < 1$ になる。

よって，正解は⑤。

問 2 正解は②

難易度 ★★★★★

解説

分子時計とは，塩基配列の変化が起こる確率をほぼ一定であると仮定する考え方である。この考え方にもとづくと分岐してからの年数と生じた塩基配列の変化数は比例するので，塩基配列を比較することで生物が分岐した年代を推定することができる。そのため種 A と種 B の塩基配列が異なる場所の数と，種 A と種 C の塩基配列が異なる場所の数を比較すればよい。数えてみると，種 A と種 B は 6 カ所であるのに対し，種 A と種 C は 2 カ所である。分岐してからの年数は塩基配列の異なる場所の数に比例するので，種 A と種 C が x 年前に分岐したとすると，

$$6 : 2 = 9000 \text{ 万} : x$$

という式が成り立つから、3000 万年前だとわかる。

よって、正解は②。

問 3 3 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 DNA の複製の際にエラーが生じ、突然変異が起こる可能性がある。複製エラーの多くは修復されるが、まれに残るものもある。突然変異は細胞のがん化などにつながるという負の側面をもつ一方で、進化の原動力になるという正の側面ももつ。
- ② 正 ある集団において、遺伝子頻度が世代を超えて変わらないことをハーディー・ワインベルグの法則という。ただし、この法則が成立するためには 5 つの条件を満たす必要がある。その 5 つの条件とは以下のとおりである。
1. 集団がある程度大きく、遺伝的浮動の影響が小さい
 2. 自由に交配が行われる
 3. 突然変異が起こらない
 4. 個体の移入や移出が起こらない
 5. 自然選択がはたらかない（生存力や繁殖力に個体差がない）
- ③ 誤 ある形質がほかの形質と比べて生存や繁殖に有利な場合、その形質をもつ個体が多くの子を残す。それに従い、次世代で個体群内のその形質を示す遺伝子の割合が高くなり、その形質を示さない遺伝子の割合が低くなることを自然選択という。自然選択は偶然生存に有利な突然変異が起こることによって引き起こされるが、そのしくみを指すものではない。
- ④ 正 強い放射線によって、突然変異が起こる確率は高められる。ほかにも、熱や紫外線、化学物質によっても引き起こされる場合がある。
- ⑤ 正 DNA の突然変異が形質に影響しない例として、1 つの塩基が別の塩基に置き換わる一塩基置換が起こったとしても、合成されるタンパク質が変化しない場合が挙げられる。それは多くのアミノ酸が複数のコドンから指定されていることが深くかかわっている。例えばバリンは GUU, GUC, GUA, GUG の 4 つのコドンによって指定されている。GUU という塩基配列において 3 目目の塩基に置換が起こったときのことを考えよう。突然変異で 3 目目の塩基であるウラシルからシトシン、アデニン、グアニンに置換したとしても、結局指定するアミノ酸はバリンで変わらない。よって、このような場合には一塩基置換の影響が生体の形質には表れない。

以上より、正解は③。

B

問 4 4 正解は④

難易度 ★★★★★

解説

- ① 正 実験 1 から得られた図 2 のデータより、水流の流速とさらす時間を種 D が生息する溪流の増水時に近い値にしたところ、種 D はほとんど葉を失わなかったことがわかる。葉を失うことは光合成の効率を下げ、生息に不利となる。そのため、増水時の水流でも葉を失わずにすむということは、種 D が溪流の環境に適応していることを示している。
- ② 正 図 2 のデータから、種 E は約 60%の葉を失っていることがわかる。①で解説したとおり葉を失っていることは環境に適応していないことを示している。
- ③ 正 実験 2 から得られた図 3 のデータより、種 D は当てられている光が弱いと生存率が下がってしまっている。そのため、種 D は暗い環境に適応していない。ゆえに、光のあまり当たらない林床には生息していない。
- ④ 誤 図 3 のデータから、種 E は強い光を当てられた環境下でも、弱い光を当てられた環境下でも生存率はほぼ 100%で同程度である。そのため、このデータから種 E が明るい環境よりも暗い環境に適応しているとはいえない。

誤っている選択肢を選ぶので、正解は④。

問 5 5 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

まず、ウから考えていく。コケ植物・シダ植物・裸子植物ではなくて、被子植物に含まれる形質を選べばよい。この 3 つのうち、被子植物だけに特徴的な形質は子房をもつことである。子房は、胚珠を保護する役割を果たし、受精後果実となる。被子植物の例として、エンドウ、ツツジが挙げられる。

次に、イを考える。コケ植物・シダ植物ではなくて、裸子植物・被子植物に共通して含まれる形質は種子をつくることである。めしべの中の胚珠が種子になる。裸子植物は子房をもたないため、胚珠がむき出しになっている。裸子植物の例として、イチヨウやマツが挙げられる。

最後にアを考える。コケ植物ではなくて、シダ植物・裸子植物・被子植物に共通して含まれる形質は維管束をもつことである。維管束は、師部と木部からなり、木部は水分、師部は養分の移動通路となっている。また、体の支持においても役割を果たしている。シダ植物、コケ植物ともに種子ではなく胞子によって数を増やしている。シダ植物の例にはワラビ、ゼンマイが挙げられ、コケ植物の例にはゼニゴケ、スギゴケが挙げられる。

したがって、アには維管束をもつ、イには種子をつくる、ウには子房をもつが入り、下の図のようになる。

よって、正解は③。

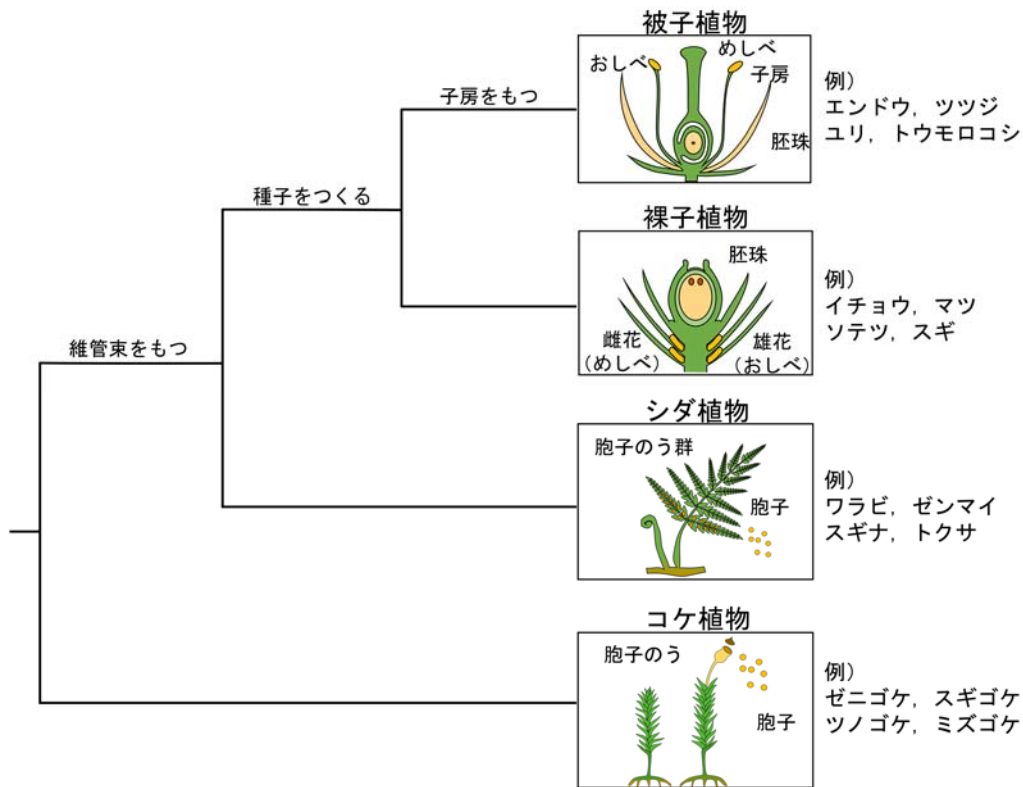


図 植物の進化

問 6 6 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

適応放散とは、共通の祖先をもつ生物がそれぞれ異なる環境へ適応して形態などを変化させていき多様化することを指す。

- ① 正 すべての哺乳類に属する動物はもともと同じ祖先をもっているが、水中で暮らすクジラ、滑空するムササビ、一生のほとんどを樹上で過ごすナマケモノなど今現在多様な哺乳類が存在している。恐竜が絶滅し新生代に入ると、絶滅した生物の生態的地位を埋めるような形で哺乳類が繁栄・多様化していった。
- ② 誤 これは擬態である。ハナアブは毒をもつハチと同じような外見をしている。これによって捕食者はハナアブをハチと勘違いしてしまい、ハチが毒をもっていると知っているために捕食できない。擬態することで捕食される可能性を下げている。
- ③ 誤 これは進化である。両手をさまざまな作業に使えるようになったことで、道具の使用や制作を行えるようになった。
- ④ 誤 これは工業暗化である。イギリスの木の下には白っぽい地衣類が生息しているので、捕食者に見つかりにくい白い個体が多くみられた。しかし工業化により大気が汚染されたことで、地衣類が生息できなくなったため、体色が白い個体に比べて、黒い個体の方が捕食者に見つかりにくくなった。これによって体色が黒いほうが生存に有利になり、黒い個体の割合が増加した。

よって、正解は①。

◆Check!!

相同器官と相似器官

問 6 で出てきた適応放散に関連する語句について確認していこう。

適応放散の結果、生物は種によってさまざまな形態をもつようになった。例えば、魚類の胸びれから、イヌであれば前肢、コウモリやハトであれば翼、ヒトであれば腕へと形態が変化していったと考えられている。魚類の胸びれは泳ぐため、イヌは歩いたり立ったりするため、コウモリやハトは飛ぶため、ヒトだったら道具を使うなどするためと、機能がそれぞれ異なっている。しかし、これらすべて発生起源が同じなので、共通の骨格をもつ。このように、外観やはたらきが異なっているが、発生上の起源が同じである器官のことを**相同器官**という。

対して、相似器官とよばれるものがある。ハトの翼とチョウの翅は形態が似ており、飛ぶためのものなので機能が同じである。しかしながら、これら 2 つの発生上の起源は異なる。このように、同じような形態や機能をもちながら、異なる起源をもつ器官を**相似器官**という。これは、異なる生物が同じような環境に適応していく過程で似た形態や機能をもつようになる**収束進化（収れん）**の結果と考えられる。

（西浦佑香，安藤さくら，西川尚吾）

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 6 問 遺伝子組換え技術とプラスミド

出題範囲	遺伝子発現, バイオテクノロジー
難易度	★★★★☆
所要時間	得意: 3 分 ふつう: 5 分 苦手: 7 分
傾向と対策	第 6 問は遺伝子組換え技術に関する分野からの出題である。問 1 は酵素の名前とはたらきを正しく覚えられているかが問われており, 誤答の選択肢で述べられているはたらきがほかのどの酵素のものなのかも確認しておきたい。問 2, 問 3 は実験結果についての考察問題であり, 文章中の前提条件を見逃さずに実験内容を整理して考えることができれば正解にたどり着くことができる。難易度は平年並みもしくはやや易だといえるだろう。

問 1 1 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

制限酵素は DNA の特定の塩基配列を識別し, その部分を切断するはたらきをもつ。また, **DNA リガーゼ**は DNA どうしを連結するはたらきをもつ。このことを踏まえて選択肢を見ていこう。

- ① 誤 DNA 鎖をほどくはたらきをもつのは DNA ヘリカーゼである。
- ② 誤 このはたらきをもつのは RNA ポリメラーゼである。
- ③ 正 制限酵素には多くの種類があり, 識別して切断する DNA の特定の塩基配列はそれぞれ異なる。
- ④ 誤 ①に同じ。
- ⑤ 誤 ②に同じ。
- ⑥ 誤 このはたらきをもつのは制限酵素である。

以上より, 正解は③。

◆Check!!

遺伝分野に関連する酵素

問 1 では, 酵素の名前とはたらきに関する問題が出た。それぞれの酵素について, はたらきをきちんと理解しよう。

・ DNA ヘリカーゼ

複製のときに, DNA の二重らせん構造をほどいていく酵素。DNA ヘリカーゼがはたらくことで, 複製が開始される。

・ DNA ポリメラーゼ

複製のときに、新しい DNA 鎖を合成する酵素。DNA 鎖を鋳型にして、相補的な塩基をもつヌクレオチドを結合させることで、新しい DNA 鎖を伸長させる。新しい DNA 鎖は 5'末端から 3'末端の方向につくられていく。

・ DNA リガーゼ

DNA 断片と DNA 断片をつなぎ合わせるはたらきをもつ酵素。複製のときにラギング鎖においてはたらいたり、DNA 損傷のときの修復にはたらいたりする。

・ RNA ポリメラーゼ

転写の際に、新しい RNA 鎖を合成する酵素。合成するのが RNA であるという点以外は、はたらきは DNA ポリメラーゼと同じである。

・ 制限酵素

DNA の特定の塩基配列を認識してその部分を切断する酵素である。制限酵素にはさまざまな種類があり、遺伝子組換え技術に用いられる。

問 2 2 正解は②

難易度 ★★☆☆☆

解説

問題文よりプラスミド X～Z に組み込まれた遺伝子はいずれも大腸菌内で常に発現を誘導するプロモーターに連結されているとある。これはつまり、組み込まれた遺伝子はすべて常に発現するということである。よって、アンピシリン耐性遺伝子を組み込まれたプラスミドが導入された大腸菌はアンピシリン存在下でも生育でき、カナマイシン耐性遺伝子を組み込まれたプラスミドが導入された大腸菌はカナマイシン存在下でも生育できて、それぞれコロニーをつくる。問題にある表 1 のプラスミドなし、プラスミド X、プラスミド Y の結果と照らし合わせてもこの説明が正しいことがわかる。

プラスミド Z には GFP 遺伝子とアンピシリン耐性遺伝子が組み込まれているので、抗生物質のない寒天培地 A とアンピシリンが含まれる寒天培地 B ではコロニーをつくることができる。よって、アとイには＋が入る。一方、カナマイシン耐性遺伝子は組み込まれていないのでカナマイシンが含まれる寒天培地 B ではコロニーをつくることができない。よって、ウには－が入る。

以上より、正解は②。

問 3 3 正解は⑤

難易度 ★★☆☆☆

解説

問題文に、大腸菌内で遺伝子は常に発現することが書かれているので、培地に含まれる抗生物質の耐性遺伝子

が組み込まれているプラスミドが導入されていればコロニーを形成できる。また、形質転換操作を行っていない大腸菌は緑色の蛍光を発しないこと、形質転換操作を行ってもすべての大腸菌にプラスミドが導入されるわけではないことが述べられている。このことから、プラスミドが導入されていない大腸菌に関しては、コロニーを形成しても緑色の蛍光を発しないことがわかる。したがって、蛍光を発する条件は、大腸菌の生育が妨げられていないこと、形質転換操作によって GFP 遺伝子が組み込まれているプラスミドが大腸菌に導入されていることの2つであることがわかる。

- ① 誤 寒天培地 A には抗生物質が含まれていないので、すべての大腸菌がコロニーを形成できる。プラスミドが導入されていない大腸菌は緑色蛍光を発しない。また、そもそもプラスミド X には GFP 遺伝子が組み込まれていないので、プラスミド X が導入されていても蛍光を発することはない。
- ② 誤 寒天培地 B にはアンピシリンが含有されているので、アンピシリン耐性遺伝子、すなわちプラスミド X が組み込まれていない大腸菌はコロニーを形成できない。一方、プラスミド X が導入されている大腸菌はアンピシリン耐性遺伝子を常に発現するので、コロニーを形成できる。しかし、プラスミド X には GFP 遺伝子が組み込まれていないので、蛍光を発することはない。
- ③ 誤 寒天培地 A には抗生物質が含まれていないので、すべての大腸菌がコロニーを形成できるが、プラスミド Y が導入されていない大腸菌は緑色蛍光を発しない。
- ④ 誤 寒天培地 A には抗生物質が含まれていないので、すべての大腸菌がコロニーを形成できる。プラスミド Y には GFP 遺伝子が組み込まれており、組み込まれた遺伝子は大腸菌内で常に発現する。したがって、プラスミド Y が導入された大腸菌のコロニーは緑色の蛍光を発する。
- ⑤ 正 寒天培地 B にはカナマイシンが含有されているので、カナマイシン耐性遺伝子、すなわちプラスミドが導入されていない大腸菌はコロニーを形成できない。一方、プラスミド Y が導入されている大腸菌はカナマイシン耐性遺伝子を常に発現するので、コロニーを形成できる。したがって、コロニーを形成できる大腸菌は、プラスミド Y が導入されている大腸菌に限られる。プラスミド Y には、GFP 遺伝子が組み込まれており、大腸菌内で常に発現するため、すべてのコロニーが蛍光を発する。

以上より、正解は⑤。

(西浦佑香, 安藤さくら, 後藤暁彦, 西川尚吾)

2018 年度 センター試験 本試験 生物

第 7 問 マダラヒタキとシロエリヒタキ

出題範囲	系統分類, 種内関係, 種間関係
難易度	★★★★☆
所要時間	得意: 4 分 ふつう: 5 分 苦手: 6 分
傾向と対策	第 7 問は生物の分類や種内, 種間での関係に関する分野からの出題である。問 1 は二名法と生物の分類の階層についてのやや基本的な知識問題である。問 2 は縄張りについての知識を問うており, 選択肢を 1 つずつ丁寧に見ていけば適当でない選択肢を除くことができる。問 3 は 2 種の鳥の雄の考察問題であり, 一見難解に思えるかもしれないが実験の結果は仮説を支持するものであったということに注意して落ち着いて考えればそう難しくはない。難易度はほぼ例年並みである。

問 1 1 正解は①

難易度 ★★★★★

解説

学名は属名＋種小名で表される。このような学名の表し方を **二名法** という。これに従うと, マダラの属名は *Ficedula* であり, 種小名は *hypoleuca* である。また, シロエリの属名は同じく *Ficedula* であり, 種小名は *albicollis* である。このことを踏まえて選択肢を見ていこう。

- ① 正 マダラとシロエリは属名が同じであることから, 同じ属に分類されることがわかる。生物の分類の階層は上位から, 界, 門, 綱, 目, 科, 属, 種であるから, 同じ属に分類される生物は同じ科に属していることがわかる。
- ② 誤 マダラとシロエリは属名が同じであるため, 同じ属に分類される。
- ③ 誤 *hypoleuca* は前述のとおりマダラの種小名であり, 目の名称は表していない。
- ④ 誤 *Ficedula* は前述のとおりシロエリの属名であり, 種小名は表していない。

以上より, 正解は①。

問 2 2 正解は⑤

難易度 ★★★★★

解説

動物がほかの群れの個体の侵入を許さず, 防衛している空間のことを **縄張り** (テリトリー) という。縄張りをつくることで, 縄張り内の食糧や空間, 配偶者といった資源を確保でき, その中で採餌や繁殖を有利に行うことができる。縄張りの大きさと利益・コストのグラフは次の図 A のようになる。

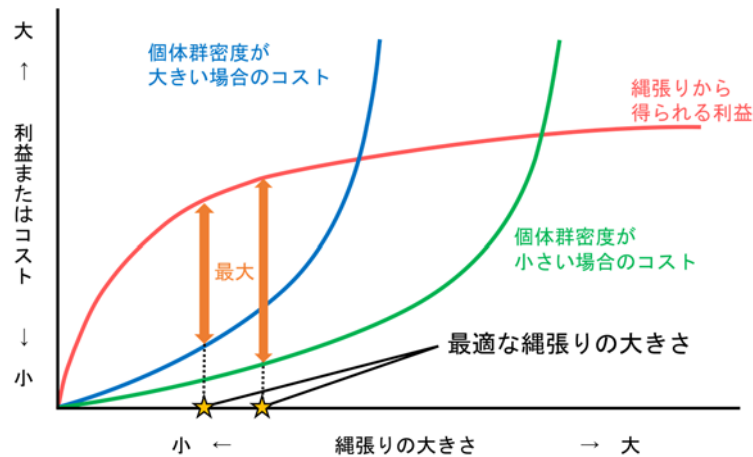


図 A 縄張りの大きさと利益・コスト

- ① 誤 縄張りを形成する生物種でも、個体群内のすべての個体が縄張りをもつとは限らない。アユを例に挙げると、縄張りを形成する縄張りアユと体サイズが小さいなどの理由によって縄張りを形成することができない群れアユが存在する。
- ② 誤 縄張りが大きいほど見張りなどに要する時間は長くなり、縄張りを守るために費やすエネルギーは大きくなると考えられる。
- ③ 誤 縄張りが大きくなるとより多くの資源を独占できるため、縄張りをもつ個体が得る利益は大きくなるが、縄張りの大きさが一定の値を超えると利益は一定になると考えられる。これは、縄張りが大きすぎると個体が資源を利用し尽くせなくなってしまうことによる。いずれの場合でも、縄張りが大きくなることによって利益が小さくなることはあり得ない。
- ④ 誤 個体群密度が大きいほど縄張りは小さくなり、個体群密度が小さいほど縄張りは大きくなると考えられる。これは、個体群密度が増加するにつれて縄張りを守るために費やすエネルギーが大きくなり、大きい縄張りを維持できなくなるためである。
- ⑤ 正 縄張りとは、他個体の侵入を防御して食物や繁殖場所、交配相手を確保する空間である。
- 以上より、正解は⑤。

◆ Check!!

最適な群れの大きさ

問 2 では縄張りの大きさと利益・コストについて考えた。では、最適な群れの大きさはどのように決まるのだろうか。

群れをつくるメリットには、まず危険を早く察知できることがある。単独で行動している場合に比べ、捕食者を早く見つけることができるため、摂食、休憩、子育てがしやすい。また、交配相手を群れの中で見つけられるため繁殖活動が行いやすいこと、食糧が発見しやすいことなどがメリットとして挙げら

れる。このメリットは群れが大きくなればなるほど、大きくなる。一方で、群れが大きくなってくるとそれに属する個体数が多くなるので、1 個体あたりの食糧が少なくなったり生活空間が小さくなったりする。これによって、群れの中で資源をめぐる争いが生じ、その時間は群れが大きくなればなるほど、長くなっていく。個体の生存において、見張りなど警戒にかかる時間と、争いにかかる時間は短いほうがよい。したがって、群れの大きさは 1 個体あたりの捕食者など敵を警戒する時間と、資源をめぐる争いの時間の和が一番小さいときが最適となる。その時、摂食にかけられる時間が最長になる（図 B）。

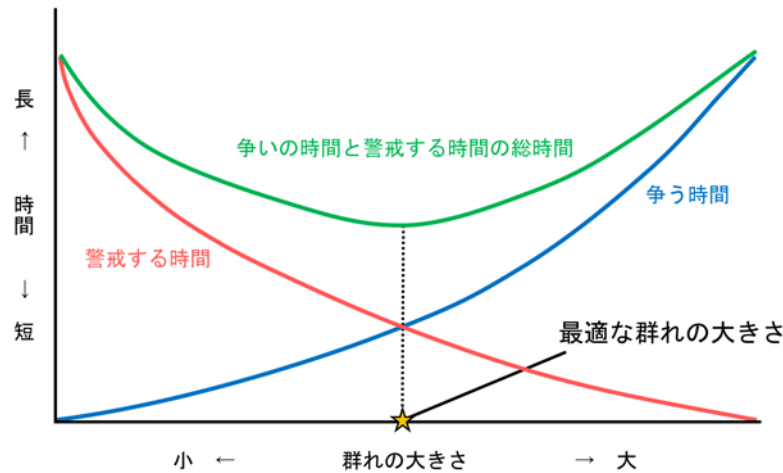


図 B 最適な群れの大きさ

問 3 3 正解は③

難易度 ★★★★★

解説

実験 1～3 の結果は、仮説を支持するものであったと書かれている。仮説は、

- ①同所的分布域のマダラの雌はシロエリの雄とマダラの黒型雄との区別ができない
 - ②同所的分布域のマダラの雌では茶型雄を選ぶような好みが進化した
- という 2 点である。

まず、実験 1 である。結果より、異所的分布域のマダラの雌は黒型の雄を好むことがわかった。

次に実験 2 である。仮説②の茶型を選ぶような好みが「進化」したということは、その好みと同所的分布域にのみ特徴的なものであることを示している。実験 1 より異所的分布域では黒型が好まれていることは明らかなので、実験 2 で茶型が好まれている結果を得られたら、好みが進化したという仮説が成り立つ。したがって、同所的分布のマダラの雌 12 羽のそれぞれにマダラの黒型雄 1 羽と茶型雄 1 羽を同時に提示した場合、茶型雄を選ぶ雌の割合が黒型雄を選ぶ雌の割合よりも大きくなる場合が答えになる。よって、イに入る数字はアに入る数字よりも大きくなければならない。選択肢のうちこれに該当するのはアが 2、イが 10 の組み合わせのみである。

最後に実験 3 である。この実験では、仮説①を支持する結果が得られると考えられる。問題文よりマダラとシロエリの交配によって生まれた雑種個体の繁殖力は低いことから、マダラの雌はマダラの雄と交配するほうが繁殖に有利である。しかし、仮説①に従うならば、マダラの雌はマダラの黒型雄とシロエリの雄を区別できないため、マダラがどちらを選ぶかは偶然の結果による。したがってこの仮説が支持される結果は、同所的分布域のマダラの雌それぞれにマダラの黒型雄 1 羽とシロエリの雄 1 羽を同時に提示した場合、シロエリの雄を選ぶ雌の割合とマダラの黒型雄を選ぶ雌の割合が同じとなる場合である。よって、とには同じ数字、または近い数字が入ると考えられる。選択肢のうちこれに該当するのはとがどちらも 6 の場合のみである。

以上より、正解は③。

(西浦佑香, 熊井勇介, 後藤暁彦, 西川尚吾)