

問題・解答
用紙番号

35

の解答用紙に解答しなさい。

生 物

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科)、看護学部、農学部【理系科目型】

問題は100点満点で作成しています。

I 細胞およびタンパク質に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

すべての生物は細胞からできている。多細胞生物では、細胞が階層的に集まり生命活動を行っている。すなわち、同じような形態と機能をもつ細胞が集まって [A] が形成され、[A] が組み合わさって特定のはたらきをする [B] を形成している。これら [A] や [B] が協調してはたらき、ひとつの [C] としての生命活動が維持されている。

動物や植物の細胞内部には、核、^① ミトコンドリア、リソソームなどのさまざまな [D] が存在し、互いにはたらくことで生命活動が営まれている。細胞の重要な構成成分にタンパク質がある。^② タンパク質は、アミノ酸が多数つながった [E] からなる分子である。

タンパク質は、生命活動に深く関わっている。例えば、情報伝達にかかわるホルモンの受容体や^③ 免疫応答ではたらく Toll 様受容体、抗体、主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) 分子などは、タンパク質でできている。また、細胞内でのさまざまな化学反応に触媒として関与する^④ 酵素も、その多くはタンパク質でできている。

問1 文中の [A] ～ [E] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

1. グリセリン
2. ポリペプチド
3. 原子
4. 組織
5. イオン
6. 個体
7. 器官
8. 無機物
9. 炭水化物
10. 細胞小器官

問2 下線部①について。ミトコンドリアおよびリソソームの特徴として正しいものはどれか。
最も適当なものを1～5から選び、該当する解答欄にマークせよ。

	特徴
ミトコンドリア	(ア)
リソソーム	(イ)

1. 細胞外から取り込んだ物質や細胞内で生じた不要な物質を分解する。
2. 細胞内で合成された物質の細胞外への分泌に関与する。
3. 呼吸に関わる場であり、独自のDNAをもつ。
4. 核で合成された mRNA の情報を読み取り、タンパク質を合成する。
5. セルロースが主成分で、細胞の形の保持に関与する。

問3 下線部②について。以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

(1) ヒトのタンパク質を構成するアミノ酸は何種類か。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 5 2. 14 3. 20 4. 28 5. 32

(2) タンパク質に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 動物細胞を構成する物質の70%以上を占める。
- b. 構成するアミノ酸の性質は、側鎖の違いにより決まる。
- c. らせん状の構造の α ヘリックスは、二次構造である。
- d. だ液に含まれるアミラーゼによって分解される。
- e. 熱や酸・アルカリなどにより立体構造が変化し、性質や機能が変化することを変異という。

1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

問4 下線部③について。免疫応答ではたらくタンパク質に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. Toll様受容体は、病原体に関連する分子構造を認識する。
- b. 個々の抗体産生細胞（形質細胞）から産生される抗体は、1種類である。
- c. 抗体の種類の数と抗体のアミノ酸配列を指定する遺伝子断片の数は等しい。
- d. T細胞受容体は、T細胞ごとに細胞表面上に多種類が発現し存在している。
- e. MHC分子の組み合わせは、ごく一部の例外を除いて個人の間で共通である。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

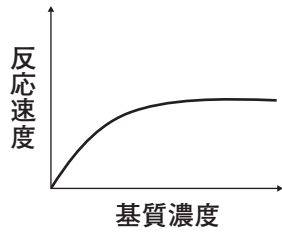
問5 下線部④について。以下の(1)～(2)の問いに答えよ。

(1) 酵素に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

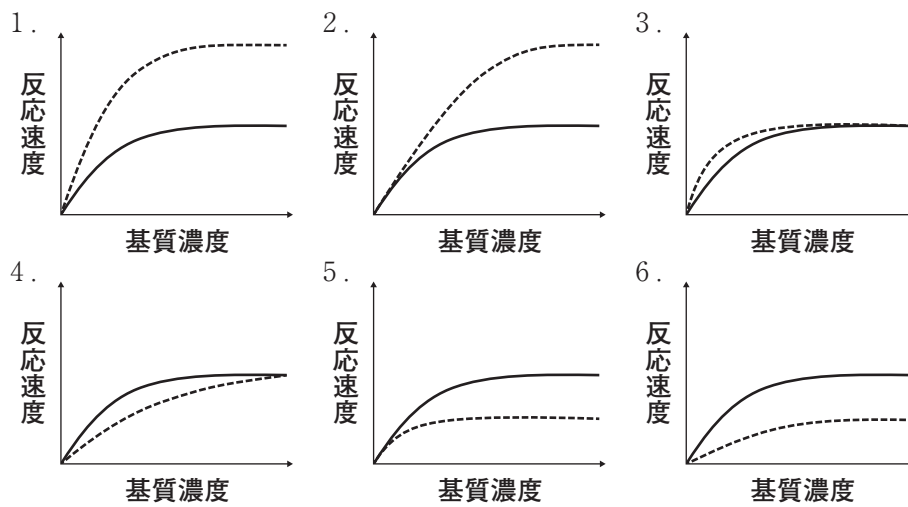
- a. 最適pHは、酵素の活性が最小になるpHの値である。
- b. 酵素は、活性化エネルギーを増加させ、化学反応を促進する。
- c. 酵素は、活性部位の立体構造に適合する特定の物質にのみ作用する。
- d. 酵素反応速度は、一般に温度上昇に伴い増加するが、ある一定の温度以上になると低下する。
- e. 競争的阻害は、活性部位以外の部位に阻害物質が結合して生じる酵素反応の阻害である。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

(2) 図は、温度、pH等の条件が適当で、酵素濃度が一定のときの基質濃度と酵素の反応速度との一般的な関係を示している。酵素濃度を半分にしたとき、その曲線はどのように変化するか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。なお、実線が元の曲線、点線が酵素濃度を半分にしたときの曲線を示すものとする。



図



Ⅱ 減数分裂に関する以下の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

有性生殖では、配偶子ができる過程で減数分裂が起こる。まず、^①母細胞のDNAの複製から始まり、次に減数分裂の第一分裂が始まると相同染色体どうしが平行に並んで対合した状態になる。それぞれの相同染色体は2本の染色体からなり、対合した4本の染色体は分離せずに1つとして行動する。中期には二価染色体は赤道面に並び、後期になると相同染色体は対合面で分離し、両極に移動する。終期には細胞質が二分され第一分裂が終了する。^②減数分裂の第二分裂では、染色体(2本の染色体からなる)は再び赤道面に並び、2本の染色体が裂け目のところで二分され、それぞれ分かれて両極に移動する。その後、生じた生殖細胞の核にはそれぞれの相同染色体の片方の染色体のみが1本ずつ含まれることになる。

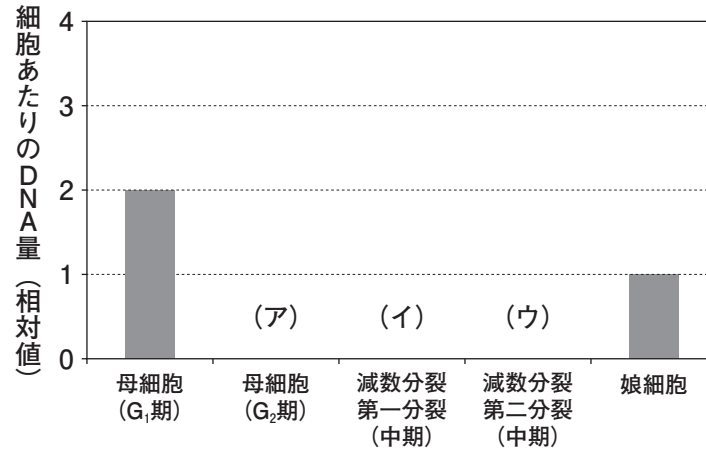
問1 下線部①について。生殖細胞におけるDNA複製に関する記述として正しいものはどれか。

最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. DNAの一部の塩基配列だけが複製される。
2. 細胞周期のG₁期に起こる。
3. 複製の際には、染色体は最も凝縮した構造をとる。
4. DNAの2本の鎖がそれぞれ鋳型の役目をする。
5. 鋳型となるヌクレオチド鎖の塩基がアデニンのとき、相補的な関係にあるグアニンをもつヌクレオチドが結合する。

問2 図は、減数分裂における細胞1個あたりのDNA量（相対値）の変化を示したものである。

図の（ア）母細胞（G₂期）、（イ）減数分裂第一分裂（中期）、（ウ）減数分裂第二分裂（中期）の時期における細胞1個あたりのDNA量（相対値）として、最も適当な組み合わせを選択肢1～6から選んでマークせよ。



図

選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)
1	4	4	2
2	4	2	2
3	4	2	1
4	2	4	2
5	2	2	1
6	2	1	1

問3 被子植物で減数分裂が行われる時期として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適切な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

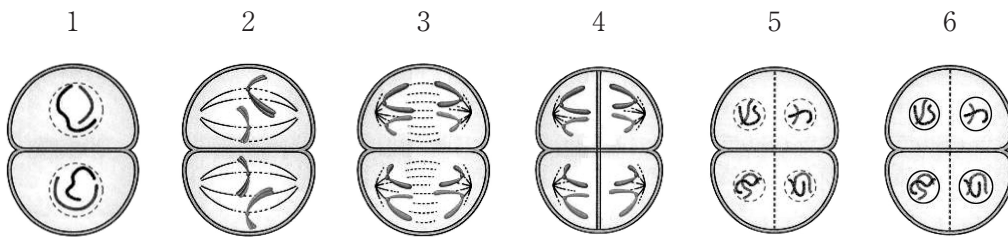
- a. 花粉母細胞 → 花粉四分子
- b. 花粉四分子 → 雄原細胞
- c. 雄原細胞 → 精細胞
- d. 胚のう細胞 → 卵細胞
- e. 胚のう母細胞 → 胚のう細胞

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

問4 ムラサキツユクサ ($2n = 12$) の減数分裂像を観察するための実験方法および実験結果として、ふさわしくないものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- 1. 異なる大きさのつぼみを準備した。
- 2. 少数の分裂期の細胞が観察された。
- 3. つぼみを開き、やくを取り出して用いた。
- 4. めしべの柱頭部分を切り取って用いた。
- 5. 多数の間期や休止期の細胞が観察された。

問5 下線部②について。植物の第二分裂の顕微鏡像として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。



問6 被子植物の重複受精において、精細胞の核と融合するものはどれか。最も適当なものを

1～6から選んでマークせよ。

1. 中央細胞の極核
2. 反足細胞の核
3. 助細胞の核
4. 卵細胞の極核
5. 胚乳細胞の核
6. 胚のう細胞の核

Ⅲ ヒトの体内環境の調節に関する文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

ヒトの肝臓は、横隔膜の下にある最大の臓器である。肝臓には [A] と [B] の2つの血管から血液が流入している。[A] からは酸素が多い血液が流入し、[B] からは小腸で吸収したグルコースやアミノ酸などが含まれる血液が流入する。[A] と [B] の2つの血管は、肝臓内の円柱形の構造をした [C] の周辺部から内部へ入るときに合流して1つになる。そして、毛細血管を経て [C] の中心にある [D] へとつながる。また、[C] の外側には [E] があり、[E] は合流を繰り返して、十二指腸につながっている。

肝臓は、① 血糖値の調節、② タンパク質の合成・分解、③ 体温調節、④ さまざまな体内環境の維持に重要なはたらきをしている。

問1 文中の [A] ～ [E] にあてはまる最も適当なものを1～11から選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 1. 肝静脈 | 2. 肝動脈 | 3. 肝門脈 | 4. 中心静脈 |
| 5. すい臓 | 6. 集合管 | 7. 肝小葉 | 8. 胆管 |
| 9. 類洞 | 10. 肝細胞 | 11. 胆のう | |

問2 下線部①について。以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 血糖値の調節に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 血糖値が低下すると、グリコーゲンの分解が促進される。
2. グルカゴンはグリコーゲンの分解を促進する。
3. アドレナリンはグリコーゲンの分解を促進する。
4. インスリンはグリコーゲンの合成を促進する。
5. 糖質コルチコイドはグルコースの分解を促進する。

(2) 血糖値を調節する糖質コルチコイドが分泌される部位はどれか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。

- | | | |
|----------------|----------------|-----------|
| 1. ランゲルハンス島A細胞 | 2. ランゲルハンス島B細胞 | 3. 副腎皮質 |
| 4. 副腎髄質 | 5. 脳下垂体前葉 | 6. 脳下垂体後葉 |

(3) 血糖値を調節するインスリンが分泌される部位はどれか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。

- | | | |
|----------------|----------------|-----------|
| 1. ランゲルハンス島A細胞 | 2. ランゲルハンス島B細胞 | 3. 副腎皮質 |
| 4. 副腎髄質 | 5. 脳下垂体前葉 | 6. 脳下垂体後葉 |

問3 下線部②について。肝臓におけるタンパク質の合成・分解に関する記述として正しいものはどれか。a～dのうち、最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. フィブリンを分解する。
- b. アルブミンを合成する。
- c. ヘモグロビンを分解する。
- d. ビリルビンを分解する。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問4 下線部③について。肝臓における体温調節に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 体温が上昇した時、甲状腺刺激ホルモンによって肝臓の代謝が抑制され、体温が低下する。
- b. 体温が上昇した時、糖質コルチコイドによって肝臓の代謝が抑制され、体温が低下する。
- c. 体温が低下した時、アドレナリンによって肝臓の代謝が促進され、体温が上昇する。
- d. 体温が低下した時、チロキシンによって肝臓の代謝が促進され、体温が上昇する。
- e. 体温が低下した時、肝臓からの放熱量が減少し、体温が上昇する。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) | 4. (a, e) | 5. (b, c) |
| 6. (b, d) | 7. (b, e) | 8. (c, d) | 9. (c, e) | 10. (d, e) |

問5 下線部④について。肝臓のはたらきに関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 脂肪の分解により生じたアンモニアを毒性の弱い尿素につくりかえる。
- b. 毒性の弱い尿素を貯蔵する。
- c. アルコールなどの有害物質を分解し、無害の物質にかえる。
- d. 脂肪の消化を助ける胆汁を合成する。
- e. 食物が十二指腸に達すると肝臓に蓄えられた胆汁が放出される。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

IV 神経系に関する以下の文を読み、問1～8に答えよ。(25点)

外界の刺激を受け取る眼などの受容器（感覚器）と筋肉などの効果器をつないで、速い情報伝達にはたらくのが動物の神経系である。多くの動物の神経系の一部は、情報の統合や判断を行うように発達し、脳や脊髄などのア 神経系をつくっている。神経系を構成する主な細胞はニューロンである。ニューロンは核のある細胞体と、そこから伸び複雑な枝分かれをした樹状突起、および長く伸びた軸索からなる。ナトリウムポンプのはたらきで、ニューロンの細胞内のA 濃度は細胞外よりも高く維持されている。刺激を受けていないニューロンの軸索では、A が細胞外へ拡散して出ていこうとするために、細胞内が細胞の外側に対して負（-）になる膜電位が発生している。この電位を静止電位という。一方、ニューロンの一部に刺激を与えると、膜電位が瞬間的に逆転し、活動電位が発生し、ニューロンが興奮する。興奮は軸索を伝導する。軸索の末端まで到達した興奮は、シナプスを介して次のニューロンに伝達される。軸索の末端では、神経興奮が誘導するB の濃度上昇によって、神経伝達物質を含むイ と細胞膜が融合し、神経伝達物質が分泌される。分泌された神経伝達物質は、次のニューロンにある神経伝達物質のウ に結合し、イオンチャネルを開くように作用する。シナプスには、神経伝達物質の種類によって、次のニューロンを興奮させる興奮性シナプスと、興奮を抑制する抑制性シナプスがある。また、筋肉を収縮させるニューロンを運動ニューロンといい、その末端で骨格筋の筋繊維と神経筋接合部（終板）というシナプスを形成している。運動ニューロンからの伝達により興奮が伝えられ、筋繊維の興奮を引き起こし、筋収縮が起こる。神経筋接合部ではエ が神経伝達物質として使われている。

問1 文中の ア ～ エ にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～12から選んでマークせよ。

- | | | |
|---------|---------------------------|------------|
| 1. 末梢 | 2. アセチルコリン | 3. シナプス前細胞 |
| 4. 自律 | 5. シナプス後細胞 | 6. 受容体 |
| 7. 分解酵素 | 8. γ -アミノ酪酸 (GABA) | 9. 輸送体 |
| 10. 中枢 | 11. ノルアドレナリン | 12. シナプス小胞 |

問2 文中の A ～ B にあてはまるイオンはどれか。最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。なお、必要ならば、同じ数字を複数回選択せよ。

- | | | | | | |
|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 1. Ca^{2+} | 2. Na^+ | 3. Mg^{2+} | 4. Cl^- | 5. K^+ | 6. H^+ |
|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|

問3 下線部①について。脊髄のはたらきにあたるものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- | | | |
|---------------|------------|------------|
| 1. 呼吸運動の調節 | 2. 瞳孔反射の中樞 | 3. 体の平衡の制御 |
| 4. しつがい腱反射の中樞 | 5. 記憶 | |

問4 下線部②について。図1は、活動電位が発生した時のニューロンの膜電位変化を示す。図1のBに示す再分極を引き起こすイオンチャンネルのはたらきに関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

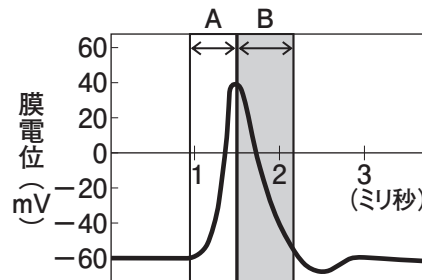


図1 活動電位発生時のニューロンの膜電位変化

A：脱分極の過程 B：活動電位のピークから再分極の過程

- a. 電位依存性 K^+ チャンネルが開く。
 - b. 電位依存性 K^+ チャンネルが閉じる。
 - c. 電位依存性 Na^+ チャンネルの数が減少する。
 - d. 電位依存性 Na^+ チャンネルが開く。
 - e. 電位依存性 Na^+ チャンネルが閉じる。
- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) | 4. (a, e) | 5. (b, c) |
| 6. (b, d) | 7. (b, e) | 8. (c, d) | 9. (c, e) | 10. (d, e) |

問5 下線部③について。抑制性シナプスに関する説明として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 次のニューロンで Na^+ が流入することで膜電位がさらに正に変化し、活動電位の発生が抑制される。
2. 次のニューロンで Cl^- が流出することで膜電位がさらに正に変化し、活動電位の発生が抑制される。
3. 次のニューロンで Na^+ が流出することで膜電位がさらに負に変化し、活動電位の発生が抑制される。
4. 次のニューロンで Cl^- が流入することで膜電位がさらに負に変化し、活動電位の発生が抑制される。
5. 次のニューロンで K^+ が流入することで膜電位がさらに正に変化し、活動電位の発生が抑制される。

問6 多数の軸索の束からなる神経は、刺激の強さの情報を伝えることができる。より強い刺激を受けた神経に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 単一ニューロンの興奮の頻度が増す。
- b. 活動電位を発生するニューロンの数が増す。
- c. 単一ニューロンの活動電位の大きさが大きくなる。
- d. 興奮の伝導速度が速くなる。
- e. 単一ニューロンの軸索が太くなる。

1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)

問7 カエルのふくらはぎの筋肉に運動神経がつながっている神経筋標本(図2)を用いて、軸索における興奮の伝導速度を測定した。筋肉と神経の接合部から2.0 cm離れたA点と8.0 cm離れたB点に、十分に大きい同じ大きさの電気刺激を与えると、図3のような筋肉の収縮が観察された。この時、電気刺激を与えてから筋肉の収縮に要した時間は、筋肉が収縮し始めた時点とみなす。また、1ミリ秒とは、1/1000秒のことである。この神経上での興奮の伝導速度(m/秒)を求めよ。小数点第1位以下を四捨五入し、あてはまる数字を選び、該当する解答欄にマークせよ。10の位の数字が存在しない時は0をマークせよ。

解は m/秒である。

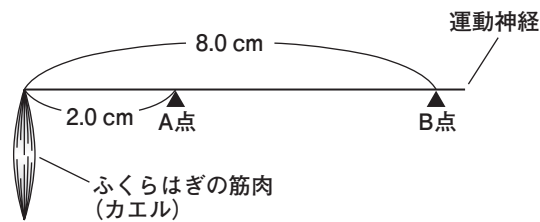


図2 神経筋標本

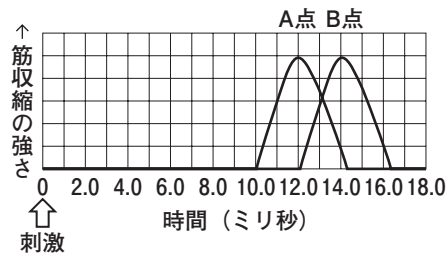


図3 筋収縮の測定結果

問8 下線部④について。骨格筋収縮のしくみに関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. ミオシン頭部がATP分解のエネルギーで構造変化することで、アクチンフィラメントを動かし、筋収縮が起こる。
- b. アクチンフィラメントがATP分解のエネルギーで収縮することで、筋収縮が起こる。
- c. ATPがトロポミオシンと結合することがきっかけとなり、筋収縮が起こる。
- d. Ca^{2+} がミオシン頭部と結合することがきっかけとなり、筋収縮が起こる。
- e. Ca^{2+} がトロポニンと結合することがきっかけとなり、筋収縮が起こる。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (a, e) 5. (b, c)
- 6. (b, d) 7. (b, e) 8. (c, d) 9. (c, e) 10. (d, e)