

※一般は物理・化学・生物から2科目選択  
 学士は化学・生物必須  
 ※試験時間100分で2科目を受験する

試験時間 100分

物理 1～11 ページ

化学 12～20 ページ

生物 21～35 ページ

- 注意事項**
- 出願の際に選択した2科目について解答すること。
  - 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
  - 選択しない科目の解答用紙(マークカード)にも受験番号と氏名を記入し、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
  - 解答用紙(マークカード)に、氏名・フリガナ・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
  - マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
  - マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
  - 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
  - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を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。
  - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

【I】 動物の発生に関する以下の問に答えなさい。

問1 カエルの発生についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

カエルの卵は(ア)で、卵割は卵全体で起こる。第(イ)卵割以降は不等割となり、(ウ)側の割球が反対極側の割球よりも小さくなる。卵割を繰り返した胚は、(エ)となった後に(オ)を経て(カ)となる。(カ)では、細胞の移動につれて、外胚葉、中胚葉、内胚葉の区別が生じてくる。神経管が形成された後、(キ)へと発生が進むにつれ、さまざまな組織や器官が分化する。

1. 文中の(ア)～(ウ)に当てはまる語と数字として、最も適切な組み合わせを答えなさい。

- 1
- (ア) 等黄卵 (イ) 3 (ウ) 動物極
  - (ア) 等黄卵 (イ) 3 (ウ) 植物極
  - (ア) 等黄卵 (イ) 4 (ウ) 動物極
  - (ア) 等黄卵 (イ) 4 (ウ) 植物極
  - (ア) 端黄卵 (イ) 3 (ウ) 動物極
  - (ア) 端黄卵 (イ) 3 (ウ) 植物極
  - (ア) 端黄卵 (イ) 4 (ウ) 動物極
  - (ア) 端黄卵 (イ) 4 (ウ) 植物極

2. 文中の(エ)～(キ)に当てはまる語として、最も適切な組み合わせを答えなさい。

- 2
- (エ) 桑実胚 (オ) 胞胚 (カ) 原腸胚 (キ) 神経胚
  - (エ) 桑実胚 (オ) 胞胚 (カ) 原腸胚 (キ) 尾芽胚
  - (エ) 桑実胚 (オ) 原腸胚 (カ) 神経胚 (キ) 尾芽胚
  - (エ) 桑実胚 (オ) 原腸胚 (カ) 尾芽胚 (キ) 神経胚
  - (エ) 胞胚 (オ) 桑実胚 (カ) 原腸胚 (キ) 神経胚
  - (エ) 胞胚 (オ) 桑実胚 (カ) 原腸胚 (キ) 尾芽胚
  - (エ) 胞胚 (オ) 原腸胚 (カ) 神経胚 (キ) 尾芽胚
  - (エ) 胞胚 (オ) 原腸胚 (カ) 尾芽胚 (キ) 神経胚

3. 文中の(オ)についての記述として、最も適切なものを答えなさい。 3

- 胚の中に空所はない。
- 原腸陥入が起きており、胚の中には原腸以外の空所はない。
- 原腸陥入が起きているが、胚の中には原腸以外の空所もある。
- 胚の中心部だけに空所がある。
- 胚内部の植物極側に片寄った位置だけに空所がある。
- 胚内部の動物極側に片寄った位置だけに空所がある。

4. 以下の胚の部分または構造から分化する組織・器官として、適切なものを答えなさい。当てはまるものが複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢をそれぞれ答えなさい。

- 外胚葉から生じる神経管
  - 中胚葉から生じる側板
  - 内胚葉
- A. 角膜 B. 気管の上皮 C. 血管 D. 甲状腺の上皮 E. 骨格筋  
 F. 水晶体 G. 内臓筋 H. 背側の皮膚の真皮 I. 網膜
- A ② B ③ C ④ E ⑤ F ⑥ G ⑦ H ⑧ I ⑨ A, B ⑩ B, D ⑪ C, G ⑫ C, I ⑬ D, E ⑭ E, F ⑮ F, H

5. 以下の(1)～(3)に関して両生類を用いて行われた実験がある。これらの実験の【実験内容】と【結論】についての最も適切な記述を、それぞれの選択肢から答えなさい。

(1) 形成体の発見	【実験内容】	<input type="text"/>	7	【結論】	<input type="text"/>	8
(2) 中胚葉誘導	【実験内容】	<input type="text"/>	9	【結論】	<input type="text"/>	10
(3) 予定外胚葉の発生運命の決定時期	【実験内容】	<input type="text"/>	11	【結論】	<input type="text"/>	12

【実験内容】

- 2細胞期の胚を灰色三日月環が2等分されるようにしよると、各割球から不完全な幼生が生じた。
- 2細胞期の胚を片方の割球のみが灰色三日月環を含むようにしよると、各割球から正常な幼生が生じた。
- 胞胚の動物極側部分と接触させて培養した植物極側部分から、筋肉が分化した。
- 胞胚の植物極側部分と接触させて培養した動物極側部分から、筋肉が分化した。
- 予定表皮域に移植した予定神経域の組織は、初期原腸胚どうしの移植では表皮、初期神経胚どうしの移植では神経に分化した。
- 予定表皮域に移植した予定神経域の組織は、初期原腸胚どうしの移植では神経、初期神経胚どうしの移植では表皮に分化した。
- 初期原腸胚の原口の背側部の組織移植により生じた神経管の大部分は、移植を受けた胚に由来していた。
- 初期原腸胚の原口の背側部の組織移植により生じた神経管の大部分は、移植片に由来していた。

【結論】

- 初期原腸胚の各部分の予定運命は変更されない。
- 初期原腸胚の各部分の予定運命は変更される。
- 原口背唇部はそれ自身も神経管に分化できる。
- 原口背唇部は近くの細胞に働きかけて、神経管を作らせる。
- 2細胞期に見られる灰色三日月環は、形成体として働く。
- 2細胞期で新たに生じる灰色三日月環は、形成体として働く。
- 予定外胚葉は、予定内胚葉に働きかけて中胚葉を作らせる。
- 予定内胚葉は、予定外胚葉に働きかけて中胚葉を作らせる。

問2 以下に当てはまる生物として適切なものを答えなさい。当てはまる生物が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢をそれぞれ答えなさい。

- 三胚葉性ではない。
- 新口動物である。
- 脊索を作る。

- A. ムラサキカイメン B. イトマキヒトデ C. オワンクラゲ  
 D. ヒトカイチュウ E. ヤリイカ F. ツツومیミズ  
 G. マボヤ H. マンボウ
- A ② B ③ C ④ E ⑤ F ⑥ G ⑦ H ⑧ A, C ⑨ B, D ⑩ E, F ⑪ G, H ⑫ A, C, E ⑬ A, E, H ⑭ B, D, F ⑮ B, G, H

問3 ニワトリの前肢の発生についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

ニワトリの前肢は、ふ卵開始後3日目頃に胚の胴体に現れる1対の突起(前肢芽)から分化する。図1(a)に示すように、前肢芽では中胚葉由来の間充細胞が外胚葉由来の細胞の薄い層で覆われている。先端部の縁の少し厚くなっている外胚葉部分を外胚葉性頂堤(AER)、AERに接する場所から内側100μmほどの間充細胞部分を頂堤間充細胞(AM)と呼ぶ。AERとAMの細胞は混じることはなく、AMの増殖にはAERが不可欠である。AMで増殖した間充細胞は徐々に基部側へ移動するので、前肢芽は基部から末端部方向に向かって伸びる。AMを離れて基部側へ移動した間充細胞は分化を開始し、10日目になると図1(b)に示すような骨パターンができあがる。

前肢の基部から末端部方向への骨のパターン形成について、以下の2つの実験を行った。これらの実験についての以下の問に答えなさい。なお、実験には発生段階18~23(約3日~3.5日目)のニワトリ胚の右側の前肢芽を用いた。この時期の前肢芽内には骨の構造はまだ見られない。また、前肢の前後軸の形成に関わる因子は考慮しなくてよい。

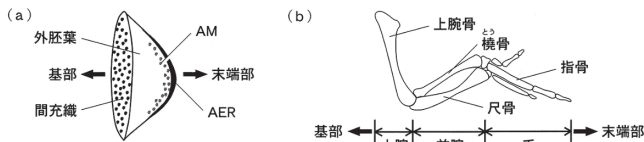


図1 前肢芽(a)と10日目の前肢の骨パターン(b)

【実験1】 発生段階18~21の胚を用いて、前肢芽からAERを除去して発生させた。ふ卵開始後10日目に前肢の骨の様子を観察したところ、図2に示す結果が得られた。正常発生における上腕骨や前腕骨の分化について、以下の選択肢のうち、骨となる細胞の由来と、それらの細胞から分化する骨が示されている組み合わせとして、最も適切なものを答えなさい。 [16]

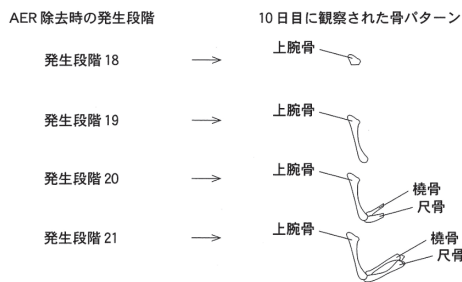


図2 実験1

- ① 発生段階19のAER, 上腕骨
- ② 発生段階19のAM, 上腕骨
- ③ 発生段階19のAER, 前腕骨
- ④ 発生段階19のAM, 前腕骨
- ⑤ 発生段階21のAER, 上腕骨
- ⑥ 発生段階21のAM, 上腕骨
- ⑦ 発生段階21のAER, 前腕骨
- ⑧ 発生段階21のAM, 前腕骨

【実験2】 発生段階20あるいは23の胚を別々に用いて以下の実験を行った。胚から前肢芽を採取し、前肢芽の表面を覆う外胚葉を袋状のまま、内部の間充細胞と分離した。複数の胚から分離した間充細胞のAMを採取し、細胞をばらばらにして再び集合させ、元の外胚葉の袋の1つに詰め直して発生させた(図3)。10日目に前肢の骨の様子を観察したところ、以下の表に示す結果が得られた。【実験1】と【実験2】の結果から考えたとき、前肢芽の組織の発生運命についての適切な記述を2つ含む選択肢を答えなさい。 [17]

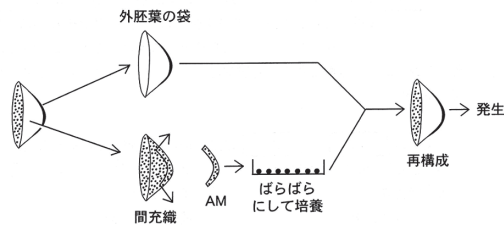


図3 AMからの前肢芽の再構成

表 実験2の結果

AM細胞の由来	外胚葉の袋の由来	分化した前肢芽の骨パターン
発生段階20	発生段階20	上腕・前腕・手の3部位の骨
発生段階23	発生段階23	手の骨

- A. 発生段階20のAERの細胞の予定運命は上腕・前腕・手の骨であり、変更できない。
  - B. 発生段階20のAMの細胞の予定運命は上腕・前腕・手の骨であり、変更できない。
  - C. 発生段階20のAERの細胞は、正常発生では上腕骨には分化しないが、この発生運命は変更可能である。
  - D. 発生段階20のAMの細胞は、正常発生では上腕骨には分化しないが、この発生運命は変更可能である。
  - E. AERの細胞の発生運命は、基部側から末端部側の骨に順に分化するように、しだいに狭まっていく。
  - F. AMの細胞の発生運命は、基部側から末端部側の骨に順に分化するように、しだいに狭まっていく。
  - G. AERの細胞の発生運命は、末端部側から基部側の骨に順に分化するように、しだいに狭まっていく。
  - H. AMの細胞の発生運命は、末端部側から基部側の骨に順に分化するように、しだいに狭まっていく。
- ① A, E      ② A, G      ③ B, F      ④ B, H  
⑤ C, E      ⑥ C, G      ⑦ D, F      ⑧ D, H

【II】 呼吸と酵素に関する以下の問に答えなさい。

問1 呼吸についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

真核生物は、呼吸により有機物を分解してATPを合成し、生命活動に利用している。グルコースが呼吸基質となる場合、グルコースは段階的に分解されて炭素数3の [18] になり、最終的にCO<sub>2</sub>と [19] に分解される。この過程では、グルコース1分子当たり、反応で消費された分を差し引くと、最大で(ア)分子のATPが合成される。このうちの(イ)分子のATPは、酸化リン酸化の過程を介さずに合成される。呼吸基質として脂肪が利用される際には、脂肪はモノグリセリド(またはグリセリン)と [20] に分解される。モノグリセリド(またはグリセリン)は最終的に反応系(ウ)に入り、 [18] に変換される。 [20] はさらに分解されて炭素数2の化合物(アセチル CoA)に変換され、反応系(エ)に入る。一方、タンパク質が呼吸基質となる場合、まずアミノ酸に分解された後、有機酸とアンモニアに分解される。有機酸は、オキサロ酢酸やケトグルタル酸などに変換されて反応系(オ)に入る。

1. 文中の [18] ~ [20] に最も適切な物質をそれぞれ答えなさい。
- ① 還元型補酵素X(NADH)      ② グリコーゲン      ③ グルタミン酸
  - ④ 脂肪酸      ⑤ 尿酸      ⑥ 尿素
  - ⑦ ビルビン酸      ⑧ 補酵素X(NAD<sup>+</sup>)      ⑨ リン脂質
  - ⑩ H<sub>2</sub>O      ⑪ N<sub>2</sub>      ⑫ O<sub>2</sub>

2. 文中の(ア)と(イ)に当てはまる分子数として、最も適切な組み合わせを答えなさい。
- [21]
- ① (ア) 32, (イ) 2      ② (ア) 32, (イ) 4      ③ (ア) 32, (イ) 6
  - ④ (ア) 32, (イ) 8      ⑤ (ア) 34, (イ) 2      ⑥ (ア) 34, (イ) 4
  - ⑦ (ア) 34, (イ) 6      ⑧ (ア) 34, (イ) 8      ⑨ (ア) 38, (イ) 2
  - ⑩ (ア) 38, (イ) 4      ⑪ (ア) 38, (イ) 6      ⑫ (ア) 38, (イ) 8

3. 文中の反応系(ウ)、反応系(エ)、反応系(オ)に当てはまる反応系の名称が左から順に並んでいるものとして、最も適切な組み合わせを答えなさい。 [22]
- ① 解糖系, 解糖系, 解糖系      ② 解糖系, 解糖系, クエン酸回路
  - ③ 解糖系, 解糖系, 電子伝達系      ④ 解糖系, クエン酸回路, 解糖系
  - ⑤ 解糖系, クエン酸回路, クエン酸回路      ⑥ 解糖系, クエン酸回路, 電子伝達系
  - ⑦ クエン酸回路, 解糖系, 解糖系      ⑧ クエン酸回路, 解糖系, クエン酸回路
  - ⑨ クエン酸回路, クエン酸回路, 解糖系
  - ⑩ クエン酸回路, クエン酸回路, クエン酸回路
  - ⑪ クエン酸回路, クエン酸回路, 電子伝達系
  - ⑫ 電子伝達系, 解糖系, 解糖系      ⑬ 電子伝達系, 解糖系, クエン酸回路
  - ⑭ 電子伝達系, クエン酸回路, 解糖系
  - ⑮ 電子伝達系, クエン酸回路, クエン酸回路

4. ATPについての以下の問に答えなさい。
- (1) ATPについての記述として、適切なものをすべて含む選択肢を答えなさい。

- [23]
- A. アミノ酸である。
  - B. ヌクレオチドである。
  - C. デオキシリボースを含む。
  - D. アデニンを含む。
  - E. チミンを含む。
  - F. 高エネルギーリン酸結合を3つ含む。
- ① A, D      ② A, E      ③ A, F      ④ B, D  
⑤ B, E      ⑥ B, F      ⑦ C, F      ⑧ D, F  
⑨ E, F      ⑩ A, C, D      ⑪ A, C, E      ⑫ A, C, F  
⑬ B, C, D      ⑭ B, C, E      ⑮ B, C, F

② 酸化的リン酸化によるATP合成のしくみに関する記述として、適切なものをすべて含む選択肢を答えなさい。 24

- A. ミトコンドリアのマトリックスへのH<sup>+</sup>の輸送により形成されるH<sup>+</sup>の濃度勾配を利用する。  
 B. ミトコンドリアの外膜と内膜の間へのH<sup>+</sup>の輸送により形成されるH<sup>+</sup>の濃度勾配を利用する。  
 C. 葉緑体のストロマへのH<sup>+</sup>の輸送により形成されるH<sup>+</sup>の濃度勾配を利用する。  
 D. 葉緑体のチラコイド内腔へのH<sup>+</sup>の輸送により形成されるH<sup>+</sup>の濃度勾配を利用する。  
 E. 還元型補酵素X(NADH)が酸化されて補酵素X(NAD<sup>+</sup>)となるとき、CO<sub>2</sub>が発生する。  
 F. 還元型補酵素X(NADH)が酸化されて補酵素X(NAD<sup>+</sup>)となるとき、O<sub>2</sub>が発生する。  
 G. CO<sub>2</sub>が消費される。  
 H. O<sub>2</sub>が消費される。
- ① A, G      ② A, H      ③ B, G      ④ B, H  
 ⑤ C, G      ⑥ C, H      ⑦ D, G      ⑧ D, H  
 ⑨ E, H      ⑩ F, G      ⑪ G, H      ⑫ A, E, H  
 ⑬ B, E, H    ⑭ C, F, G      ⑮ D, F, G

③ ATPの加水分解を必要としない現象として適切なものを答えなさい。当てはまるものが複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。 25

- A. ホタルの発光                                      B. 赤血球の溶血  
 C. インスリン受容体とインスリンの結合      D. 精子の鞭毛の屈曲運動  
 E. カルビン・ベンソン回路における糖の合成   F. オオカナダモの細胞の原形質流動
- ① A              ② B              ③ C              ④ D  
 ⑤ E              ⑥ F              ⑦ A, B            ⑧ A, F  
 ⑨ B, C           ⑩ C, D           ⑪ D, E            ⑫ E, F  
 ⑬ A, B, C       ⑭ A, E, F       ⑮ C, D, E

問2 酵素についての次の文を読み、以下の間に答えなさい。

生体内では酵素と呼ばれる生体触媒が働くことにより、種やかな条件下で化学反応を進めることができる。タンパク質である酵素は、細胞内で合成された後、細胞内外の必要とされる場所へ輸送されて働く。酵素の作用は、温度やpHの影響を受ける。また、酵素反応は、酵素や基質の濃度に影響されて反応速度が変化し、さらに酵素反応を活性化または阻害するさまざまな物質による調節を受ける。

1. 下線部Aについての以下の間に答えなさい。

(1) 核の中で働く酵素として適切なものを答えなさい。当てはまる酵素が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。 26

- A. ATP合成酵素                                      B. DNAポリメラーゼ(DNA合成酵素)  
 C. DNAリガーゼ                                      D. RNAポリメラーゼ(RNA合成酵素)  
 E. アミラーゼ    F. カタラーゼ    G. リゾチーム
- ① A              ② B              ③ A, G  
 ④ B, C           ⑤ B, D           ⑥ C, D  
 ⑦ C, G           ⑧ E, F           ⑨ E, G  
 ⑩ A, B, C       ⑪ B, C, D       ⑫ C, D, E  
 ⑬ E, F, G       ⑭ A, B, C, D    ⑮ A, E, F, G

(2) 細胞外で働く酵素が、細胞内で合成されてから分泌小胞に取り込まれるまでの輸送経路として、最も適切なものを答えなさい。なお、酵素が合成される部位を出発点とする。 27

- ① ゴルジ体→小胞体→分泌小胞  
 ② ゴルジ体→小胞体→リボソーム→分泌小胞  
 ③ ゴルジ体→リボソーム→小胞体→分泌小胞  
 ④ リボソーム→ゴルジ体→分泌小胞  
 ⑤ リボソーム→ゴルジ体→小胞体→分泌小胞  
 ⑥ リボソーム→小胞体→ゴルジ体→分泌小胞

2. 下線部イの例として、多くの酵素は60℃以上の高温下では変性して失活することが挙げられる。変性について説明した記述として、最も適切なものを答えなさい。 28

- ① アミノ酸どうしのペプチド結合が切断される。  
 ② アミノ酸の配列順序が変化する。  
 ③ タンパク質の一次構造が壊れる。  
 ④ タンパク質の立体構造が壊れる。  
 ⑤ 酵素に結合している補酵素が分解される。  
 ⑥ 酵素に補酵素が結合したままの状態となる。

3. 下線部ウに関連した以下の間に答えなさい。

(1) コハク酸脱水素酵素はクエン酸回路や電子伝達系で働く酵素の1つで、コハク酸が基質である。また、マロン酸はこの酵素に可逆的に結合し、酵素反応を阻害する競争的阻害の作用を及ぼす。コハク酸脱水素酵素についての以下の間に答えなさい。

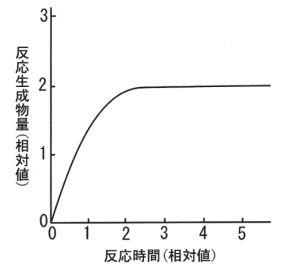


図1

1) 図1は、ある濃度のコハク酸の存在下でコハク酸脱水素酵素による酵素反応を行った結果である。横軸は反応時間を、縦軸は反応生成物量をそれぞれ示す。図1の反応

時間3(相対値)以降では、酵素や基質はどのような状態にあるか。また、酵素の濃度を $\frac{1}{2}$ にして、他の条件は変えずに酵素反応を行った場合、反応時間と反応生成物量との関係は図1の実線と比べてときにどのようにになると予想されるか。【状態の説明】の記述と、【予想される結果】の記述として、最も適切な組み合わせを答えなさい。

29

【状態の説明】

- A. コハク酸が消失している。  
 B. コハク酸脱水素酵素が消失している。  
 C. すべてのコハク酸脱水素酵素がコハク酸に結合して、酵素-基質複合体になっている。

【予想される結果】

- D. 反応生成物の最大値は1(相対値)となり、反応生成物が最大値となるまでの反応時間は変わらない。  
 E. 反応生成物の最大値は1(相対値)となり、反応生成物が最大値となるまでの反応時間は長くなる。  
 F. 反応生成物の最大値も、反応生成物が最大値となるまでの反応時間も変わらない。  
 G. 反応生成物の最大値は変わらず、反応生成物が最大値となるまでの反応時間は長くなる。

- ① A, D              ② A, E              ③ A, F              ④ A, G  
 ⑤ B, D              ⑥ B, E              ⑦ B, F              ⑧ B, G  
 ⑨ C, D              ⑩ C, E              ⑪ C, F              ⑫ C, G

2) 図2の実線は、ある濃度のコハク酸脱水素酵素を用いて、コハク酸濃度と反応速度の関係を示した結果である。一定量のマロン酸の存在下で、他の条件は変えずに酵素反応を行った場合に、予想される結果として最も適切な曲線を図2より答えなさい。 30

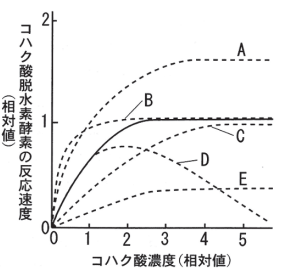
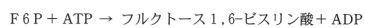


図2

(2) ホスホフルクトキナーゼは解糖系で働くアロステリック酵素の1つで、フルクトース6-リン酸(F6P)とATPが基質であり、以下の反応を触媒する。



ホスホフルクトキナーゼは細胞内のATP量に応じて、解糖系の進行を調節する酵素である。ホスホフルクトキナーゼの活性調節因子にはATPの他に、ATPの分解産物であるAMPやクエン酸がある。これらの活性調節因子は、ホスホフルクトキナーゼにアロステリックに作用して、その酵素活性を促進あるいは阻害する。図3の曲線aあるいはbは、これらの活性調節因子がそれぞれ単独で高濃度あるいは低濃度のいずれかで存在する場合の、F6P濃度とホスホフルクトキナーゼの反応速度の関係を示したものである。以下の活性調節因子が高濃度で存在する場合に当てはまる曲線と、高濃度の活性調節因子が与える影響についての記述として、最も適切な組み合わせをそれぞれ答えなさい。

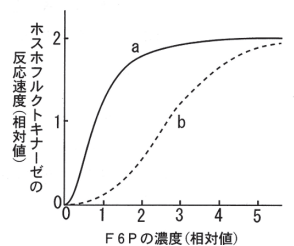


図3

1) AMP 31  
 2) クエン酸 32

- ① a, 反応が阻害されるが, F6Pの濃度が1~2の範囲の反応速度は, 活性調節因子が低濃度で存在する場合よりも高い。
- ② a, 反応が阻害されるので, F6Pの濃度が1~2の範囲の反応速度は, 活性調節因子が低濃度で存在する場合よりも低い。
- ③ b, 反応が阻害され, F6Pの濃度が1~2の範囲よりも3~4の範囲の方がその影響は大きい。
- ④ b, 反応が阻害され, F6Pの濃度が3~4の範囲よりも1~2の範囲の方がその影響は大きい。
- ⑤ a, 反応が促進され, F6Pの濃度が1~2の範囲よりも3~4の範囲の方がその影響は大きい。
- ⑥ a, 反応が促進され, F6Pの濃度が3~4の範囲よりも1~2の範囲の方がその影響は大きい。
- ⑦ b, 反応が促進されるので, F6Pの濃度が1~2の範囲の反応速度は, 活性調節因子が低濃度で存在する場合よりも高い。
- ⑧ b, 反応が促進されるが, F6Pの濃度が1~2の範囲の反応速度は, 活性調節因子が低濃度で存在する場合よりも低い。

③ 以下の2つの酵素反応の調節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, マロン酸あるいはAMPを各酵素反応における「調節因子」と呼ぶことにする。

- 1) コハク酸脱水素酵素 

33
----
- 2) ホスホフルクトキナーゼ 

34
----

- ① 調節因子は基質に結合して, 酵素の活性部位への基質の結合のしやすさを調節する。
- ② 調節因子は基質に結合して, 酵素の活性部位とは別の部位への基質の結合のしやすさを調節する。
- ③ 調節因子は酵素の活性部位に結合して, 酵素の活性部位への基質の結合を妨げる。
- ④ 調節因子は酵素の活性部位に結合して, 酵素の活性部位への基質の結合を促進する。
- ⑤ 調節因子は酵素の活性部位に結合して, 酵素の活性部位とは別の部位への基質の結合のしやすさを調節する。
- ⑥ 調節因子は酵素の活性部位とは別の部位に結合して, 酵素の活性部位への基質の結合のしやすさを調節する。
- ⑦ 調節因子は酵素の活性部位とは別の部位に結合して, 酵素のこの部位への基質の結合を妨げる。
- ⑧ 調節因子は酵素の活性部位とは別の部位に結合して, 酵素のこの部位への基質の結合を促進する。

【Ⅲ】 神経と筋に関する以下の問に答えなさい。

問1 神経組織と筋組織に関する以下の文が正しい場合は「⑮正しい」をマークしなさい。また誤っている場合は, 正しい文になるように下線部と入れ替える最も適切な語句を答えなさい。なお, 同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1. 神経組織について答えなさい。

- (1) ヒトの脳神経は全部で 

35
----

 対ある。
  - (2) 視床下部は眼球運動の中枢である。 

36
----
  - (3) 瞳孔の散大は交感神経の興奮による。 

37
----
  - (4) 屈筋反射には脊髄灰白質の介在神経が関与する。 

38
----
- ① 11      ② 12      ③ 21      ④ 運動      ⑤ 介在  
 ⑥ 感覚      ⑦ 間脳      ⑧ 視床      ⑨ 膝蓋腱      ⑩ 小脳  
 ⑪ 自由神経終末      ⑫ 大脳      ⑬ 中脳      ⑭ 副交感      ⑮ 正しい

2. 筋組織について答えなさい。

- (1) ひ腹筋は平滑筋である。 

39
----
  - (2) 骨格筋では乳酸を分解してATPが合成される。 

40
----
  - (3) トロポニンがATPを分解することで, 心筋が収縮する。 

41
----
  - (4) 骨格筋ではチン小帯の中央にZ膜がある。 

42
----
- ① アクチン      ② アスパラギン酸      ③ 暗帯      ④ 横紋筋  
 ⑤ クレアチニン      ⑥ クレアチン      ⑦ クレアチニン酸      ⑧ グリセリン筋  
 ⑨ 心筋      ⑩ 舌筋      ⑪ ミオシン      ⑫ 明帯  
 ⑬ 立毛筋      ⑭ T管      ⑮ 正しい

問2 神経と筋の機能の実験に関する次の文を読み, 以下の問に答えなさい。なお, 同じ選択肢を複数回答えてもよい。

腹根と背根を含めた座骨神経繊維束および骨格筋をカエルより摘出し, 座骨神経繊維束の脊髄側の一部を脊髄腹根側と脊髄背根側に分けた。図1に示すように, 神経繊維束には電気刺激のための刺激電極(S1~S3)と活動電位記録のための記録電極(R1~R3), 糸で固定した骨格筋には, 伸展刺激のための装置(S4), 活動電位記録のための記録電極(R4), 張力測定機器をそれぞれ装着し, 興奮の伝導・伝達と骨格筋収縮に関する以下の実験を行った。なお, 電気刺激は神経繊維束を構成するすべての神経繊維が興奮するのに十分な大きさの刺激強度を越える値まで高めて実験を行った。

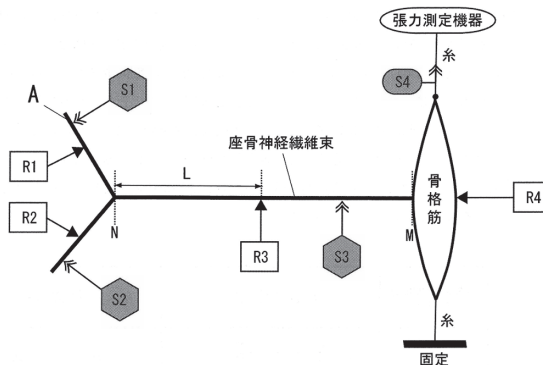


図1 実験模式図

1. 伸展刺激のための装置(S4)を使用して骨格筋を引き伸ばすとR2とR3の記録電極に活動電位が観察された。図1のA部分の神経の名称と骨格筋の感覚受容器の名称の組み合わせとして, 最も適切なものを答えなさい。 

43
----

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ① 感覚神経, 筋小胞体      | ② 運動神経, 筋小胞体      |
| ③ 感覚神経, 筋紡錘       | ④ 運動神経, 筋紡錘       |
| ⑤ 感覚神経, 筋節(サルコメア) | ⑥ 運動神経, 筋節(サルコメア) |

2. 以下の刺激部位(S1~S3)において, 神経に電気刺激を加えたとき, 活動電位が観察される記録電極として適切なものを答えなさい。当てはまるものが複数ある場合は, そのすべてを含む選択肢をそれぞれ答えなさい。

- (1) S1 

44
----
  - (2) S2 

45
----
  - (3) S3 

46
----
- |                  |              |              |
|------------------|--------------|--------------|
| ① R1, R2, R3, R4 | ② R1, R2, R3 | ③ R2, R3, R4 |
| ④ R1, R3, R4     | ⑤ R1, R2, R4 | ⑥ R1, R2     |
| ⑦ R2, R3         | ⑧ R3, R4     | ⑨ R1, R3     |
| ⑩ R1, R4         | ⑪ R2, R4     | ⑫ R1         |
| ⑬ R2             | ⑭ R3         | ⑮ R4         |

3. 記録電極R3は座骨神経繊維束のNとM(神経筋接合部)のちょうど中間の位置にあり, またR3とMのちょうど中間の位置に刺激電極S3がある。S3を刺激すると記録電極R4において5ミリ秒後に活動電位が立ち上がるのが記録された。このときR3とN間の距離Lは何mmか。それぞれの桁の数値を直接マークし答えなさい。ただし 

47
----

 は10の位の数字を, 

48
----

 は1の位の数字を表す。また, シナプス伝達にかかる時間は0.5ミリ秒であり, 神経の活動電位の伝導速度は秒速11mであった。

47
----

48
----

 mm

4. 図2に示すように、刺激電極S3において300ミリ秒の時間間隔をあけて2回の電気刺激を行うと、座骨神経繊維束に装着した記録電極と張力測定機器において、刺激時間間隔に応じた活動電位と単収縮が記録された。電気刺激の時間間隔を3ミリ秒に狭めると単収縮が重なり張力が増大する現象が記録された(図2)。このときよりも時間間隔を狭めると1回目の刺激だけに応答した1つの単収縮しか記録されなかった。さらに時間間隔を狭めると2回目の刺激に応答した活動電位も単収縮も共に記録されなかった。なお、2回目の刺激が無効になる刺激時間間隔の最大値を活動電位の不応期(単位:ミリ秒)とよぶ。図2を参照して以下の問に答えなさい。

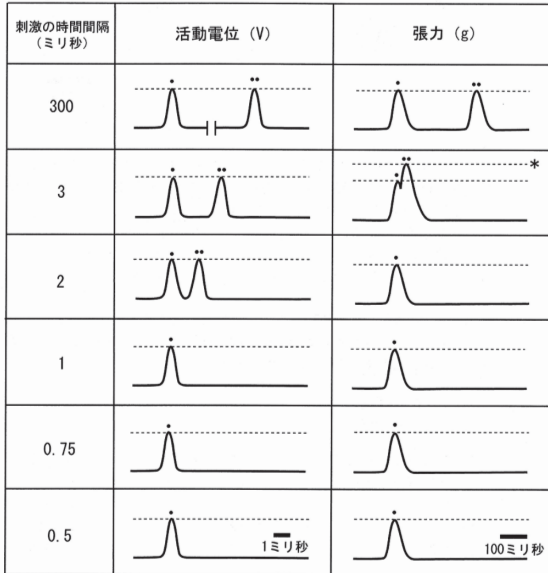


図2 時間間隔をあけた2回の電気刺激に応答した活動電位と張力:  
1回目の電気刺激の応答は・印、2回目の電気刺激への応答は\*\*印で表す。  
\*は単収縮が重なったときの張力を示す。

- (1) 神経の活動電位の不応期(ミリ秒)が含まれる範囲として、最も適切なものを答えなさい。
- ① 0.5以上0.75未満      ② 0.75以上1未満      ③ 1以上2未満  
④ 2以上3未満      ⑤ 3以上300未満      ⑥ 300以上
- (2) 骨格筋の活動電位の不応期(ミリ秒)が含まれる範囲として、最も適切なものを答えなさい。
- ① 0.5以上0.75未満      ② 0.75以上1未満      ③ 1以上2未満  
④ 2以上3未満      ⑤ 3以上300未満      ⑥ 300以上
- (3) 実験で使用した神経と骨格筋の不応期に関連した記述として、適切なものをすべて含む選択肢を答えなさい。なお、記述中の“4回の刺激”のパターンとは以下の通りである。



- A. 神経繊維と骨格筋繊維は共に1秒間に100回の頻度で活動電位を伝導できる。  
B. 神経繊維と骨格筋繊維は共に1秒間に250回の頻度で活動電位を伝導できる。  
C. 神経繊維と骨格筋繊維は共に1秒間に500回の頻度で活動電位を伝導できる。  
D. S3への4回の刺激によって生じる骨格筋の最大張力は図2の\*よりも大きい。  
E. S3への4回の刺激によって生じる骨格筋の最大張力は図2の\*と等しい。  
F. S3への4回の刺激によって生じる骨格筋の最大張力は図2の\*よりも小さい。
- ① A, D      ② A, E      ③ A, F      ④ C, D  
⑤ C, E      ⑥ C, F      ⑦ A, B, D      ⑧ A, B, E  
⑨ A, B, F      ⑩ B, C, D      ⑪ B, C, E      ⑫ B, C, F  
⑬ A, B, C, D      ⑭ A, B, C, E      ⑮ A, B, C, F