

高知大学

平成 24 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(生 物)

教育学部(学校教育教員養成課程, 生涯教育課程生活環境コース)

理 学 部(理学科・応用理学科)

医 学 部(医学科)

問題冊子 問題…… I ~ IV ページ…… 1 ~ 7

解答用紙…… 9 枚

下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

理 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示のとおり。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。マス目の解答欄に記入する場合は，句読点，カッコ等には 1 字分をあてること。また，ローマ字(英語)や数字は 1 マスに 2 文字まで入れられる。(「白紙」のページには，記入しないこと。)
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

植物の体細胞分裂を観察するため、ユリ科のネギを材料として以下の手順で実験を行った。

1. シャーレに湿らせたろ紙を敷き、その上に種子をまく。
2. 数日後、根が5 mmほど伸びた種子を氷酢酸とエタノールの混合液に数時間浸す。
3. 2の液から種子を取り出し、約60℃の希塩酸に3～5分間浸す。
4. 3の液から種子を取り出し、スライドガラスの上に置く。カミソリで根の先端付近だけを切り取り、それ以外の部分は取り除く。
5. 根の先端に染色液をかけた後、カバーガラスをかける。その上からつまようじなどで軽くたたき、光学顕微鏡で観察する。

問 1 2と3の処理を、それぞれ何と呼ぶか。また、3の処理は何のために行うか、50字以内で説明せよ。

問 2 4の処理で、根の先端だけを残したのはなぜか。50字以内で説明せよ。

問 3 5の処理で使用する染色液の名称を1つあげよ。

問 4 この実験で作製したプレパラートを観察したところ、分裂期の細胞は全体のおよそ20%であった。残りの約80%の細胞の状態を何と呼ぶか。また、その時期の細胞で行われていることを時間の経過に沿って段階1～段階3に分け、それぞれ20字以内で説明せよ。

問 5 体細胞分裂の過程のうち、中期と後期では染色体はどのような状態となっているか、それぞれ20字以内で説明せよ。

問 6 オニユリはネギと同じユリ科の植物であるが、3倍体であるため花が咲いても種子ができない。3倍体の植物が種子を形成できない理由として考えられることを、50字以内で説明せよ。

問 7 ネギで減数分裂を観察するには、どのような組織を試料とすればよいか。また、シダ植物のベニシダではどのような組織で減数分裂が観察できるか、それぞれあげよ。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

植物が成長にともなって、(a)刺激の方向、または刺激とは反対の方向へ曲がる性質を(ア)という。イギリスのダーウィン父子をはじめ、多くの研究者がイネ科植物の幼葉鞘を用いて(イ)の実験を行い、それらの研究から植物の成長を促進する物質の存在が明らかになった。そのような作用を示す物質はオーキシンと呼ばれ、化学的には(ウ)などの化合物であることがわかっている。オーキシンは茎の(エ)部分で作られ、(オ)方向へ移動するが、逆方向へは移動しない。このような現象を(カ)という。また、オーキシンは、光が当たる側とは反対側に移動して下降し、光の当たらない側の伸長部の細胞の成長を促進することで、幼葉鞘は光の方向に曲がると考えられている。さらに、(b)オーキシンの濃度によって幼葉鞘の曲がる度合いが変化することも知られている。オーキシンは茎のほか、芽や根の成長も促進するが、その最適濃度は器官によって異なり、濃度が一定よりも高いと抑制的にはたらく。オーキシンのように植物体内で合成され、微量で特定の部位に生理作用を引き起こす物質を植物ホルモンという。(c)植物ホルモンには、オーキシンの他にもいくつかの物質が知られており、それらが植物の成長段階や環境変化に応じて複雑に作用し、植物の成長や反応を調節している。

植物の組織の一部を切り出して、生育に必要な栄養や植物ホルモンを与えて無菌的な環境で生かしておくことを組織培養という。ある条件下で組織を培養すると脱分化して細胞分裂が起こり、(キ)と呼ばれる未分化の細胞集団ができる。(d)2種類の植物ホルモンの濃度比を変えて(キ)を培養することで、分化を制御し、完全な1個の植物体をつくることができる。

問1 文章中の(ア)～(キ)に入る適切な用語を答えよ。

問2 文章中の下線部(a)に関して、刺激の方向とは無関係に起こる運動があるが、このような反応を示す性質を何というか答えよ。また、そのような運動の例を1つあげよ。

問3 植物細胞は細胞壁をもっているため、細胞が成長するときには細胞壁のかたさを変化させる必要がある。オーキシンによって細胞の成長が促進されるしくみについて、以下の(1)～(4)の説明で正しい番号を答えよ。

- (1) 細胞壁をかたくして膨圧を増大させ、吸水する。
- (2) 細胞壁をかたくして膨圧を低下させ、吸水する。
- (3) 細胞壁をゆるめて膨圧を増大させ、吸水する。
- (4) 細胞壁をゆるめて膨圧を低下させ、吸水する。

問 4 文章中の下線部(b)に関して、ウエントが考案した生物検定法を何というか答えよ。

問 5 文章中の下線部(c)に関して、以下の(1)～(6)の各文に当てはまるはたらきをもつ植物ホルモンの名称を答えよ。

- (1) バナナやトマトの果実の成熟を促進する。
- (2) 水で湿らせたレタスの種子にこの植物ホルモンを与えると、光を照射しても発芽が抑制される。
- (3) 葉の老化や離脱を抑制する。
- (4) 頂芽を切り取った切り口にこの植物ホルモンを塗ると、側芽の伸長が抑制される。
- (5) 矮性植物にこの植物ホルモンを与えると茎が伸長する。
- (6) 暗期に葉で合成され、篩管を通過して移動し、花芽を形成させる。

問 6 植物ホルモンは、気孔の開閉にも関与している。気孔を開閉させるしくみについて、気孔を構成する孔辺細胞の細胞壁の構造、浸透圧の変化、関与する植物ホルモンの名称とそのはたらきを含めて 200 字以内で説明せよ。

問 7 文章中の下線部(d)に関して、分化に必要な植物ホルモンの 1 つはオーキシンであるが、もう 1 つの植物ホルモンの名称を答えよ。また、オーキシンの濃度比が高い場合と低い場合、未分化の細胞はそれぞれ何に分化するか答えよ。

III 神経と骨格筋に関する以下の文章を読み、問いに答えよ。(50点)

神経細胞の内部にガラス管微小電極を刺し、細胞の外側を基準(0 mV)として細胞内電位を測定すると、一定の電位が観測された。これを^(a)(ア)電位という。この状態の神経細胞に、細胞内電位が上昇するように電気刺激を与えると、図1に示すような電位の変化が記録された。この場合、^(b)電気刺激によって、細胞内電位が約-55 mVに達すると、電位は約+45 mVにまで急激に上昇し、すぐにもとのレベルに戻った。このような電位変化を活動電位といい、これが発生することを興奮と呼ぶ。活動電位は、神経系において信号として利用されている。活動電位が発生した直後に電気刺激を与えた場合、活動電位は発生しなかった。再度、活動電位を発生させるためには、数ミリ秒おいてから刺激することが必要であった。このように、^(c)一度興奮した部分は、しばらくの間は、刺激を受けても興奮が生じない(イ)期となる。軸索の途中を電気刺激すると、その部分に活動電位が生じるので、細胞膜の内側が正、外側が負になる。この結果、^(d)興奮部とその隣接部との間に微弱な電流が流れ、これが刺激となって隣接部に活動電位が発生する。このようにして、興奮部は軸索を両方向に移動していく。しかし、生体内では通常、軸索の途中で興奮が生じることはないため、一方向に興奮が伝わる。

図2に示すように、脊ついで動物の骨格筋を、^(e)これに接続する神経がついた状態で取りだし、異なる複数の部位を電気刺激して、収縮が起こるまでの時間を測定した。筋との接続部(A点)から1.5 cm離れたB点を1回だけ電気刺激すると、3.5ミリ秒後に(ウ)と呼ばれる収縮が1回起き、筋はすぐに弛緩した。つぎに、筋との接続部から4.5 cm離れたC点を同様に電気刺激すると、4.5ミリ秒後に収縮が起きた。毎秒15回のくり返し刺激をすると、収縮が加算されて(ウ)よりも収縮の幅が大きく、持続的な収縮が起きた。このとき、筋肉はこきざみに震えながら収縮した。このような収縮を(エ)と呼ぶ。骨格筋は(オ)と呼ばれる細長い細胞が束になったものである。(オ)の内部には、(カ)と呼ばれる繊維状の構造の束が存在する。(カ)は、^(f)太いミオシンフィラメントと細い(キ)フィラメントが規則正しく重なり合った構造からなる。(オ)の収縮は^(g)これらのフィラメントが互いに滑り合うことによって起きる。これには、(ク)から放出された(ケ)イオンが必要である。

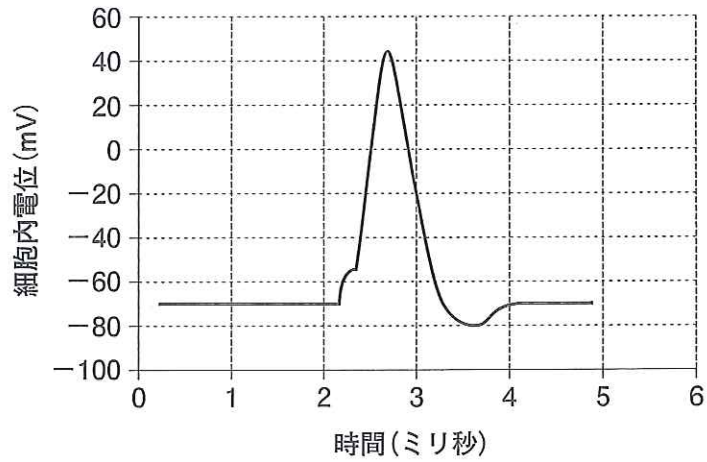


図 1

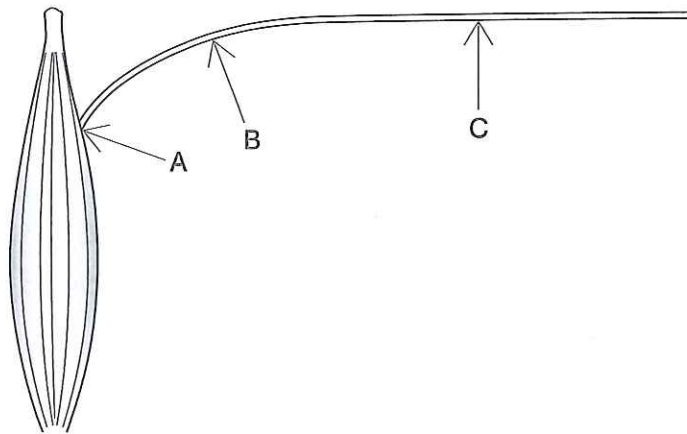


図 2

問 1 文章中の(ア)～(ケ)に入る適切な用語を答えよ。

問 2 文章中の下線部(a)の値として最も適切なものを以下の(あ)～(え)から1つ選んで記号で答えよ。

- (あ) -70 mV (い) 0 mV (う) $+45\text{ mV}$ (え) $+70\text{ mV}$

問 3 文章中の下線部(b)において、細胞内電位の急激な上昇が起こるしくみを、解答欄の書き出しに続けて50字以内(書き出しを含む)で説明せよ。

問 4 文章中の下線部(c)のような性質が無かった場合、軸索における興奮の伝導において、どのような不都合が生じると考えられるか。40字以内で説明せよ。

問 5 文章中の下線部(d)において、微弱な電流が流れたとき、活動電位の発生に先立って隣接部の細胞内電位はどうか。以下の(あ)～(え)から最も適切なものを1つ選んで記号で答えよ。

- (あ) -70 mV から -90 mV まで下がる。
- (い) -70 mV から -55 mV まで上昇する。
- (う) -70 mV から $+45\text{ mV}$ まで上昇する。
- (え) -70 mV のまま変化しない。

問 6 軸索の両端付近を同時に電気刺激すると、軸索の中間部で両方向から伝わってきた興奮部がぶつかる。その後、興奮の伝導はどうか。以下の(あ)～(え)から最も適切なものを1つ選んで記号で答えよ。また、その理由を解答欄の書き出しに続けて50字以内(書き出しを含む)で説明せよ。

- (あ) 両方から伝わってきた興奮部の両方が消失する。
- (い) 細胞体側から伝わった興奮部のみ軸索の末端まで伝わる。
- (う) 両方の興奮部ともに消失せず両端まで伝わる。
- (え) 両方の興奮部ともに増幅されて両端まで伝わる。

問 7 文章中の下線部(e)の神経の興奮の伝導速度は毎秒何 m か求めよ。

問 8 文章中の下線部(f)において、ミオシンフィラメントが太く見えるのはなぜか。40字以内で説明せよ。

問 9 文章中の下線部(g)において、フィラメント間の滑りを起こす力はどのようなしくみで発生するか。解答欄の書き出しに続けて60字以内(書き出しを含む)で説明せよ。

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物の五界説における動物は、動物界に分類される(ア)栄養生物であり、(イ)細胞の真核生物で、体は運動能力をもつ。また、動物は(ウ)相の卵と精子の合体により(エ)相となる。動物の体の形は、(a)イソギンチャク、クラゲ、(b)ウニ、ヒトデなどに見られる(オ)相称と(c)プラナリア、エビ、セミ、ゴカイ、イカ、サメなどにみられる(カ)相称、さらに体が相称とならないものに大別される。(カ)相称で細長い体をもつ動物の中には、(キ)と呼ばれる体の軸に沿ったくり返し構造がみられるものがある。また、骨格は(d)動物の体を支えて筋肉の付着点となるかたい組織である。しかし、かたい骨格をもたない動物もみられる。

問 1 文章中の(ア)～(キ)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)のイソギンチャクとクラゲに共通する特徴的な細胞の名称を答えよ。また、それらの胚葉の特徴を40字以内で説明せよ。

問 3 下線部(b)のウニやヒトデの(オ)相称は、その特徴から何と呼ばれるか答えよ。

問 4 イソギンチャクとプラナリアの神経系は、どのような特徴をもつか、それぞれ40字以内で説明せよ。

問 5 下線部(a)～(c)の動物のうち、口が肛門を兼ねる動物名をすべて答えよ。

問 6 下線部(a)～(c)の動物のうち、外とう膜をもつ動物名をすべて答えよ。

問 7 下線部(a)～(c)の動物のうち、気管系をもつ動物名をすべて答えよ。

問 8 下線部(a)～(c)の動物のうち、えらをもつ動物名をすべて答えよ。

問 9 昆虫にみられる骨格の特徴と下線部(d)以外のおもな役割について、それぞれ30字以内で説明せよ。