

平成 29 年度医学科入学試験問題

生 物

(注意事項)

- 1 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。
- 3 この問題冊子の本文は、10 ページからなっている。落丁、乱丁及び印刷不鮮明な箇所等があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
- 4 この問題冊子の白紙と余白は、適宜下書きに使用してもよい。
- 5 解答は、すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
- 6 この問題冊子は持ち帰ること。

1 次の文を読み以下の設問に答えよ。

遺伝子の本体である DNA を抽出するため、まずブロッコリーのつぼみを乳鉢に入れてよくすりつぶした。次に、すりつぶしたつぼみに DNA 抽出用溶液を加えてよく混合した。DNA 抽出用溶液は、界面活性剤を含む中性洗剤を食塩水で希釈して作製した。界面活性剤は油を水にとけこませる性質を持つ。すりつぶしたつぼみと DNA 抽出用溶液の混合物を茶こしでろ過し、ろ液を試験管に取って、ある液体を静かに加えると、試験管内に白い繊維状の沈殿物が生じた。この沈殿物をガラス棒で採取してスライドガラスに貼り付けた。

1. 下線部(1)に関して、同じ重さであれば、つぼみの方が茎よりも抽出できる DNA 量が多い。その理由を考えて答えよ。なお、組織の壊れやすさに違いは無いものとする。
2. 下線部(2)に関して、DNA 抽出用溶液に界面活性剤を加える理由について考えて答えよ。
3. 下線部(3)に関して、ある液体とは何か。
4. 下線部(4)に関して、生じた沈殿物が DNA であることを確認するためにはどのような試薬を用いればよいか。具体的な試薬名を1つ答えよ。
5. 材料としてブロッコリーではなくニワトリの肝臓を用いる場合には、組織をすりつぶした後に加熱し、遠心分離を行う必要がある。これらの操作は何のために行うか、考えて答えよ。



2 次の文を読み以下の設問に答えよ。

哺乳動物では、動脈は生体内のさまざまな物質に反応して収縮・弛緩することで血流量を調節する。動脈の断面の層構造を図1に示す。化学物質の動脈に対する作用を調べるために、図2のように動脈を切りひらいて組織片を作製し、組織片の収縮・弛緩を記録する装置を用いて次のような実験を行った。

【実験1】 組織片の辺Xを上にして記録装置に取り付け、ノルアドレナリンで処理したところ、記録装置は図3(A)のような結果を示した。

【実験2】 組織片の辺Yを上にして記録装置に取り付け、ノルアドレナリンで処理したところ、記録装置は図3(B)のような結果を示した。

【実験3】 実験1と同様に記録装置に取り付けた組織片をノルアドレナリンで処理し、その後アセチルコリンで処理したところ、記録装置は図3(C)のような結果を示した。

【実験4】 図1のA層を取り除いた組織片を、実験1と同様に記録装置に取り付けた。これをノルアドレナリンで処理し、その後アセチルコリンで処理したところ、記録装置は図3(D)のような結果を示した。

【実験5】 シャーレの中で組織片にアセチルコリン溶液をかけて、その液を回収した。次に、A層を取り除いた別の組織片を用意し、実験1と同様に記録装置に取り付けてノルアドレナリンで処理した。その後、回収した液で処理したところ、図3(E)のような結果を示した。

1. 図1の一番内側のA層は何と呼ばれるか。またBを構成する筋の名称を答えよ。
2. 図2で切りひらいた辺は、XあるいはYのどちらに相当するか、実験1と2の結果から考えて選び○で囲め。また、そう考えた理由を説明せよ。
3. 実験3と比較するため、組織片をアセチルコリンのみで処理したところ変化は見られなかった。アセチルコリンの組織片に対する作用の仕方を説明せよ。

4. 実験3～5の結果から、動脈の血流量の調節において、A層はどのような役割を果たすか考えて答えよ。

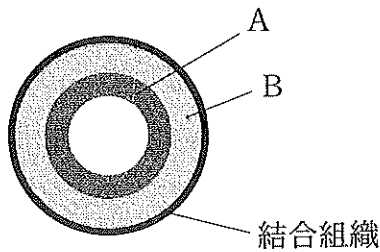


図1 動脈の断面図

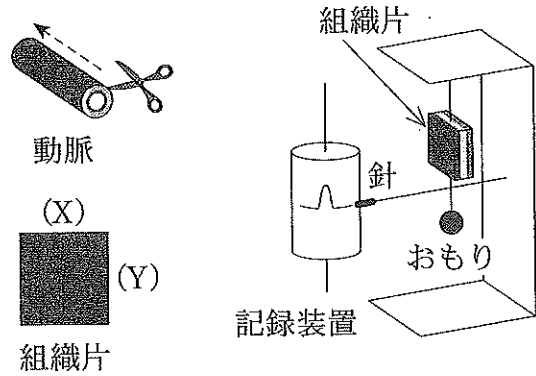


図2 組織片の調製と記録装置の概要

組織片が収縮すると針は上に動く。

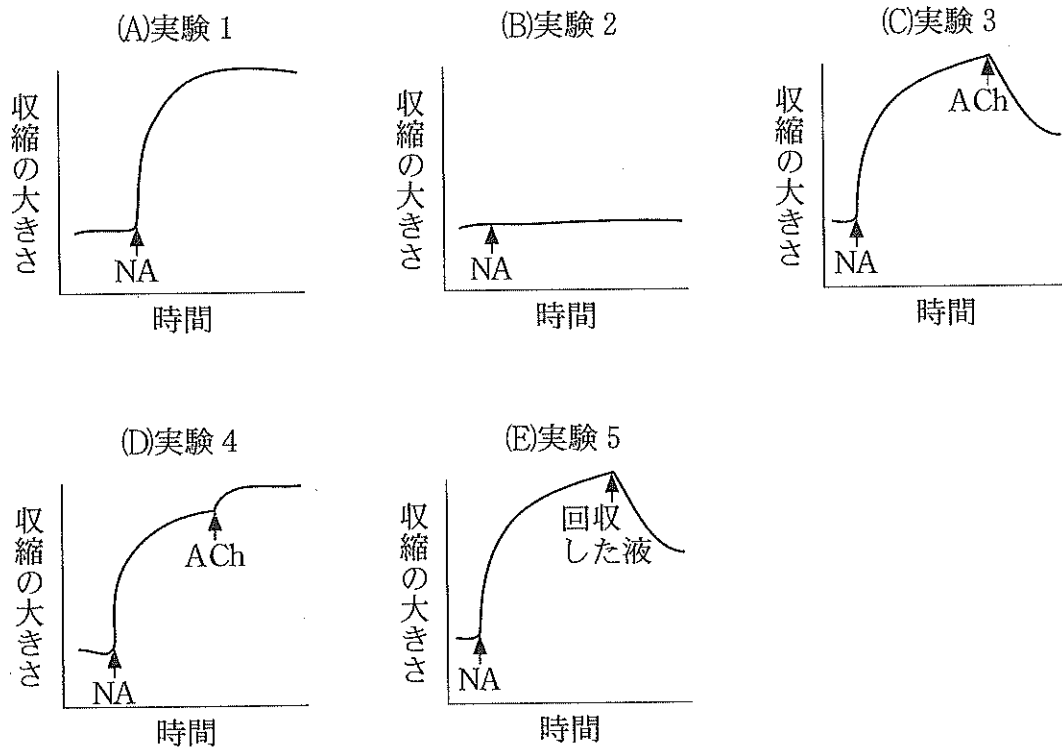


図3 実験の結果

NA はノルアドレナリンを、ACh はアセチルコリンを示す。また、矢印は処理した時を示す。

3 次の文を読み以下の設問に答えよ。

さまざまな生命現象には1日周期のリズムを示すものがあり、これらの中には生物自身に備わった時計機構(生物時計)に依存しているものも多い。単細胞である渦鞭毛藻(うずべんもうそう)を規則的な明暗周期のもとで培養すると、細胞分裂や発光などの現象が明暗周期に同調して起こる。こうした現象と生物時計との<sup>(1)</sup>関連を調べるため、以下の実験を行った。

【実験1】 この渦鞭毛藻を12時間ずつの明暗周期のもとで培養し、分裂を行う個体の数を計測すると、図1のように分裂が明暗周期に同調して起こっていることがわかった。またア、イ、ウの時点で渦鞭毛藻を回収し、集団中に含まれる細胞あたりのDNA量を調べると、図2のような結果となった。

【実験2】 この渦鞭毛藻を12時間ずつの明暗周期のもとで長時間培養し、その後暗期だけの条件でさらに培養を続けた。発光の強さを計測すると図3のような結果が得られた。

【実験3】 この渦鞭毛藻を6時間ずつの明暗周期のもとで長時間培養し、その後暗期だけの条件でさらに培養を続けた。発光の強さを計測すると図4のような結果が得られた。

1. この渦鞭毛藻を実験1の条件で培養した場合、全個体の50%が観察を始めて24時間後に分裂期を迎えた。またそれぞれの個体が次の分裂をするために必要な時間は48時間であった。観察開始から60時間経過すると、個体数は図1のAの時点から何倍に増えているか。計算過程を含めて答えよ。

2. ア、イ、ウは単独あるいは複数の細胞周期の時期の個体を含んでいる。ア、イ、ウを構成する集団の細胞周期の時期について、G<sub>1</sub>期、G<sub>2</sub>期、S期、M期の中から該当するものをすべて選べ。またそう答えた理由を述べよ。

3. 下線部(1)に関して、この渦鞭毛藻の発光にはホタルの発光に関わる酵素や基質と同じものが使われている。この酵素と基質の名称を答えよ。
4. 実験2と実験3より、この渦鞭毛藻が持つ生物時計にはどのような性質があると考えられるか。

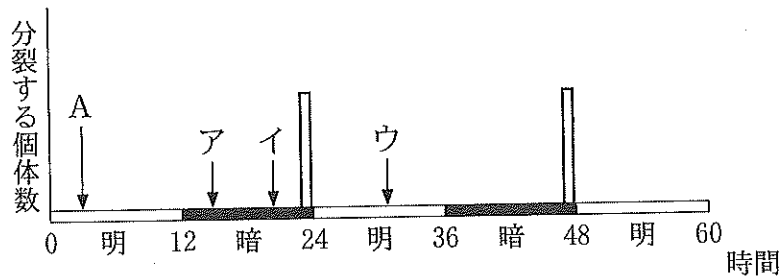


図1 実験1において分裂する個体数

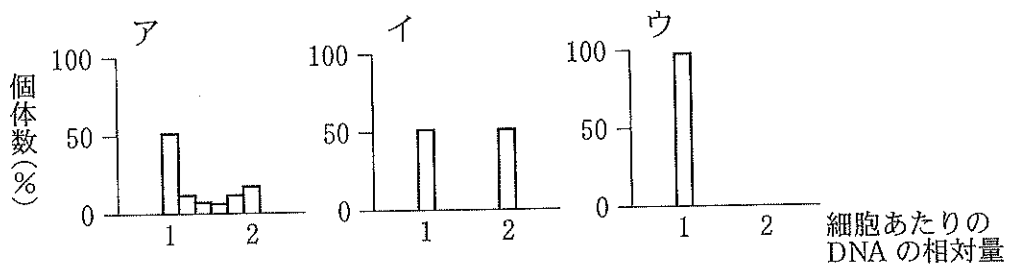


図2 実験1における異なるDNA量を持つ個体の割合

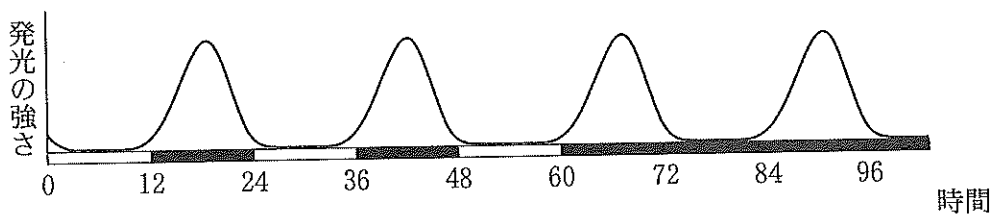


図3 実験2における渦鞭毛藻の一定の個体数あたりの発光の強さ

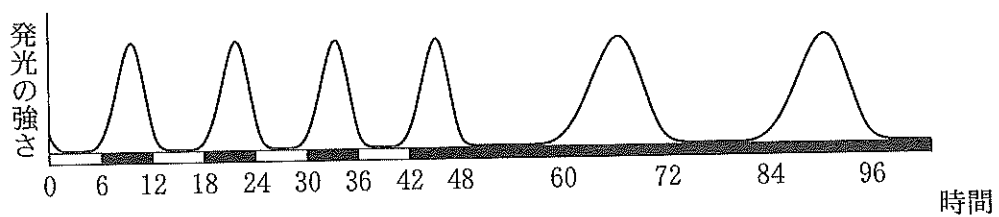


図4 実験3における渦鞭毛藻の一定の個体数あたりの発光の強さ

4 次の文を読み以下の設問に答えよ。

血液のガス交換は、酸素や二酸化炭素がそれぞれ分圧の高い方から低い方へ受け渡されることで行われる。出生後は肺で酸素を取り込むことによりガス交換が行われるが、胎児は母親の子宮内で育つので肺呼吸ができない。そのため、胎盤でこのガス交換が行われる。胎盤には子宮のラセン動脈から母体の血液が供給され、ラセン静脈<sup>(1)</sup>を通して母体にもどる。胎児と胎盤は臍帯(さいたい)とよばれる<sup>(2)</sup>ひも状の構造でつながっており、その中に胎児から胎盤に血液を運ぶ臍(さい)<sup>(3)</sup>動脈と、胎盤から胎児に血液を運ぶ臍静脈<sup>(4)</sup>がある。母体の血液と胎児の血液は、混ざらない。表1に成人での肺胞と肺動脈の、表2に胎盤に出入りする血管を流れる血液の酸素と二酸化炭素の分圧を示す。表2では、胎盤に出入りする血管は、A～Dの記号で表している。

酸素は赤血球に含まれるタンパク質Xに結合して運ばれる。タンパク質Xには、酸素分圧が低下するにつれて酸素の解離が進むという性質がある。また、胎児のタンパク質Xと成人(母体)のタンパク質Xでは性質が異なり、<sup>(5)</sup>同じ二酸化炭素分圧であれば、胎児型のタンパク質Xの方が成人型よりも酸素と結合しやすく、図1に示すように異なった解離曲線を示す。なお出生後、胎児型のタンパク質Xは乳児期までに成人型に置き換わる。

赤血球が壊されるとタンパク質Xの分解産物からは胆汁色素であるビリルビン<sup>(6)</sup>が生成される。胆汁色素が血液中に増加することがあり、皮膚や粘膜が黄色くなる黄疸(おうだん)とよばれる症状がみられる。一方、新生児期にはしばしば生理的な(病気でない)黄疸がみられるが、この時期の黄疸は赤血球が急激に壊される<sup>(7)</sup>ために起こるといわれている。

表1 成人での肺胞内の空気と肺動脈を流れる血液の酸素および二酸化炭素の分圧(mmHg)

	酸素分圧	二酸化炭素分圧
肺 胞	100	40
肺動脈	40	46



表2 胎盤に出入りする血管を流れる血液の酸素と二酸化炭素の分圧 (mmHg)

	酸素分圧	二酸化炭素分圧
A	24	50
B	32	44
C	42	46
D	96	40

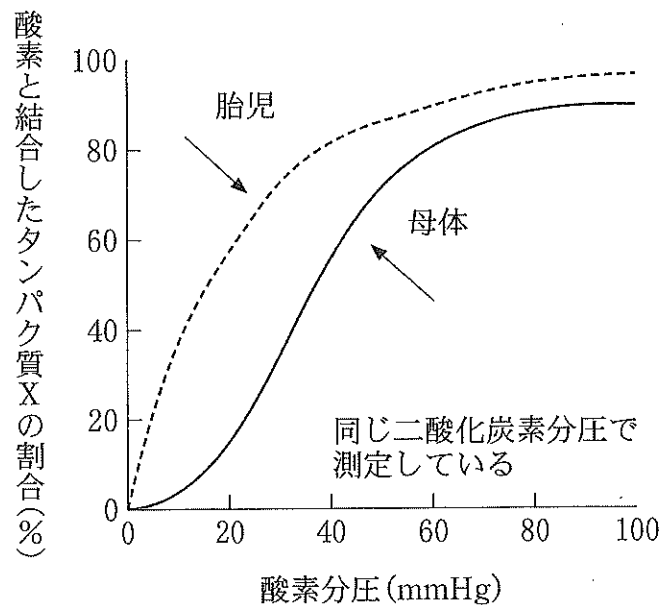


図1 母体と胎児における酸素と結合したタンパク質 X の割合 (酸素解離曲線)

1. 表2のA~Dの血管を本文中の下線部(1)~(4)から選び、番号で答えよ。また、そう考えた理由を述べよ。
2. 下線部(5)に関して、なぜ胎児では成人とは異なるタンパク質 X が産生されるのか、その生理的な意義について考えて答えよ。
3. 下線部(6)に関して、成人の体で赤血球が壊される臓器を2つ答えよ。
4. 下線部(7)に関して、赤血球が急激に壊れることは都合がよい。その理由を考えて答えよ。