

旭川医科大学

平成 28 年度一般入試後期日程

理 科 問 題 紙

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は 18 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～10 ページ、生物は 11～18 ページです。
3. 解答用紙は物理 2 枚、化学 4 枚、生物 4 枚の合計 10 枚あります。草案紙は 3 枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入ください。
5. 物理、化学、生物の 3 科目から 2 科目を選択し、その科目の解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2 科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出ください。解答用紙は全科目分の 10 枚を必ず提出ください。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りください。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りください。
 - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
 - (2) 字数制限のある解答欄については、一行につき 25～30 字を目安に書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは 1 字とする。数字および分子式やイオン式はそれぞれ 1 字相当とする。

生 物

問題 1 次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

動物の上皮組織では、細胞どうしはタンパク質でできた特別な構造でつながっている(図1)。図中[A]では、細胞膜を貫通しているタンパク質が隣り合う細胞をつなげている。[B]では、カドヘリンが隣り合う細胞をつなげており、そのカドヘリンには細胞骨格が結合している。[C]は隣り合う細胞の細胞内付着タンパク質が[B]とは異なるカドヘリンによってつながったボタン状の構造になっており、それに[B]とは異なるタイプの細胞骨格が結合している。[D]では、中空の膜貫通タンパク質が隣り合う細胞をつなげている。上皮組織の下部にはコラーゲンなどでできた基底膜とよばれる薄い膜があって、細胞は[E]の構造によってこの膜に固定されている。[E]では、インテグリンを介して細胞内付着タンパク質と基底膜がつながっており、その細胞内付着タンパク質には[C]と同じタイプの細胞骨格が結合している。

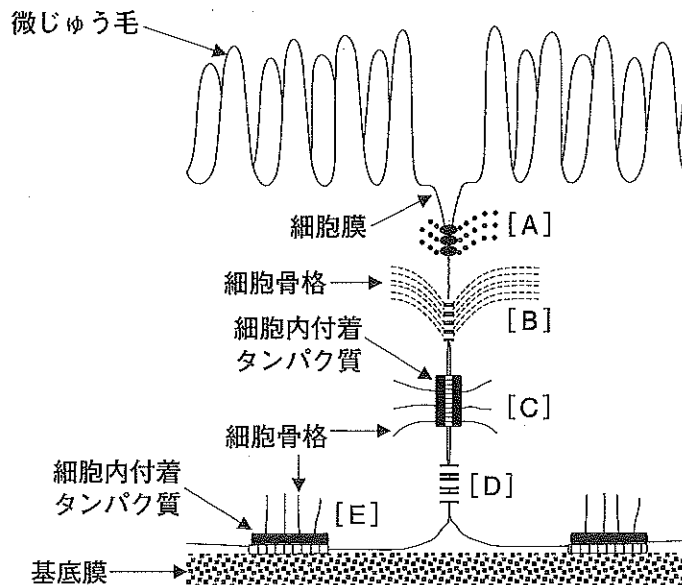


図1

動物の発生過程で、細胞は分裂を繰り返して増殖するとともに、運動や移動をしながら互いに認識し合い、同じ種類の細胞どうしは集まって分化し、組織が形づくられる。この時にも上述のタンパク質が関わっている。たとえば、M期の終期において、細胞が中央でくびれて2個の娘細胞に分かれるときには、細胞膜直下^(ア)に存在する細胞骨格とモータータンパク質が働いている。また、両生類の神経胚では、神経管が形成されるときに、表皮域、神経板、神経しゅうで異なるタイプ^(イ)のカドヘリンが働いている。

問 1 [A]～[E]の構造名を下の(1)～(6)からそれぞれ選び、番号で答えなさい。

- (1) ギャップ結合 (2) 原形質連絡 (3) 接着結合
(4) デスモソーム (5) ヘミデスモソーム (6) 密着結合

問 2 [B]と[C]の構造にみられる細胞骨格のタイプをそれぞれ答えなさい。

問 3 上皮組織が働く上で[A]と[D]が果たすおもな役割を、それぞれ簡潔に述べなさい。

問 4 下線部(ア)の分裂を何というか、答えなさい。

問 5 下線部(イ)は、神経管形成にどのように役立っているか。カドヘリンの性質と神経管形成の過程を含め、200字以内で説明しなさい。

問題 2 次の文章を読んで、問1から問4に答えなさい。

プロモデオキシウリジン(BrdU)は、DNAの塩基の1つであるチミンに似た化学構造をもつプロモウラシルがデオキシリボースに結合した物質である。この物質を含む培養液の中で細胞を培養すると、新しく合成されるDNA鎖には、チミジン(チミンとデオキシリボースが結合した分子)が取り込まれる位置にBrdUが取り込まれる。

分裂の盛んな培養細胞を酢酸アルコールで固定し、ギムザ染色液で染色して作製したプレパラートを顕微鏡で観察すると、M期中期の細胞では染色体が濃い紫色に染まって見える。M期中期の染色体は、複製によってできた同じ遺伝情報を持つ2本の棒状の構造(それぞれを染色分体^{せんしよくぶんたい}という)が動原体でつながった構造をしている(図2)。各染色分体には二本鎖DNAがタンパク質とともに凝縮されて収められている。

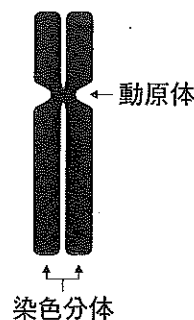


図2

BrdUの取り込みが二本鎖DNAの片方だけの場合にはギムザ染色液による染色体の染まり具合は変わらないが、BrdUが二本鎖DNAの両方に取り込まれていると染色体は淡い青色に染まる。この特性を利用して、ある動物の体細胞分裂にとまなう染色体の複製パターンの変化を調べた。実験では、BrdUを含む培養液で細胞を培養し、培養開始から16~40時間の間で4時間ごとにプレパラートを作製した。ギムザ染色液による染色体の染まり具合から、観察したM期中期の細胞が、培養開始からS

期を何回通過したかを判定し、1回通過のものをAタイプ、2回通過のものをBタイプ、3回通過のものをCタイプとした。図3はM期中期細胞100個当たりの各タイプの細胞数を培養時間ごとに記録したものである。

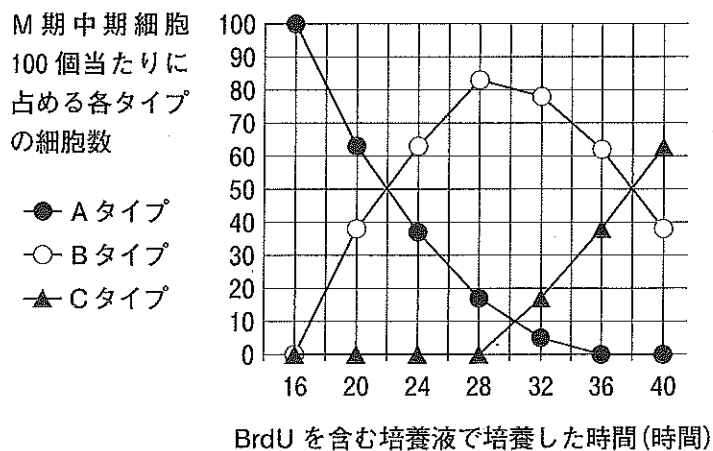
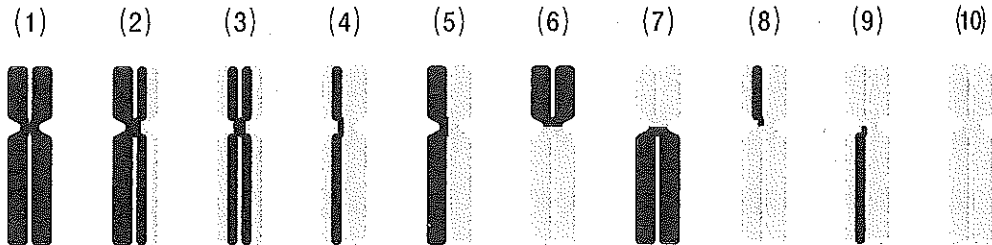


図3

問 1 AタイプとBタイプのM期中期細胞にみられる染色体の染まり具合を下図(1)~(10)からそれぞれ選び、番号で答えなさい。なお、図の黒色の部分は濃い紫色に、灰色の部分は淡い青色に染色されたことを表すものとする。



問 2 Cタイプの細胞には染まり具合の異なる染色体が混在していることが多い。Cタイプの細胞の染色体にみられる染まり具合を、前問(問1)の図(1)~(10)からすべて選び、番号で答えなさい。また、染まり具合の異なる染色体が混在する理由を100字以内で説明しなさい。

問 3 実験に使用した動物の染色体数を $2n = 4$ と仮定した場合、Cタイプの細胞において、すべての染色体が同じ染まり具合になる確率は何%か。小数点以下第一位で答えなさい。必要に応じて小数点以下第二位を四捨五入しなさい。

問 4 実験に使用した細胞の細胞周期は何時間になるか、図3から読み取って答えなさい。また、M期中期の長さ(時間)を求めるためには、図3に示すデータの他にどのような分析データが必要か、簡潔に述べなさい。

問題 3 次の文章を読んで、問1から問4に答えなさい。なお、文章中の「ファージ」はバクテリオファージのことである。

ファージを大腸菌に感染させると、ファージのタンパク質は菌体内に入らないがDNAは菌体内に入り、菌体内でファージのDNAとタンパク質が合成される。(ア)ファージにはDNAリガーゼをつくる遺伝子があり、ファージに感染した大腸菌内ではファージ由来のDNAリガーゼがつくられる。ファージの中にはDNAリガーゼ遺伝子に突然変異が生じて温度感受性となったもの(温度感受性変異株)が存在する。このファージのDNAリガーゼは43℃で活性を失うが、30℃では正常に働く。一方、野生型のファージに由来するDNAリガーゼは43℃でも活性を失わない。(イ)なお、大腸菌の遺伝子からつくられるDNAリガーゼはファージDNAに対してほとんど働かない。

ファージDNAの合成のしくみを調べるため、2つの実験(実験1と実験2)を行った。始めに、温度感受性変異株のファージを大腸菌に感染させ、実験1では30℃で、実験2では43℃で培養した。次に、両方の実験の培養皿に水素の放射性同位体(^3H)で標識したチミンヌクレオチドを加え、10秒、20秒、40秒、60秒後に大腸菌からファージのDNAを抽出した。抽出した2本鎖DNAを1本ずつの鎖に分離して、DNAのもつ放射能の強さをDNAのサイズごとに測定した。(ウ)その結果を図4に示す。

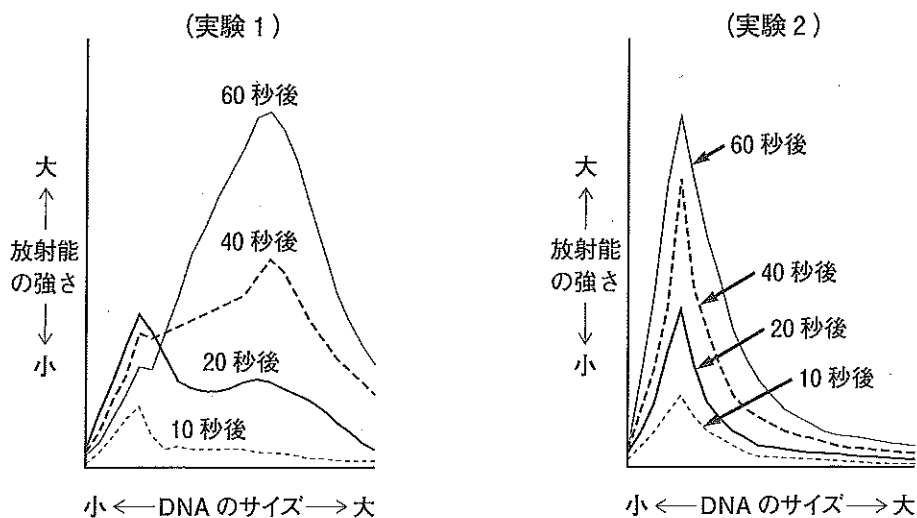


図4

問 1 下線部(ア)の事実を発見した研究者と、その事実によって明らかになったことを、それぞれ下のⅠ群とⅡ群から1つ選び、番号で答えなさい。

【Ⅰ群】

- (1) エイブリーら
- (2) グリフィス
- (3) ジャコブとモノー
- (4) ハーシーとチェイス
- (5) メセルソンとスタール

【Ⅱ群】

- (1) DNA は二重らせん構造をしている。
- (2) 遺伝子の本体は DNA である。
- (3) 形質転換を引き起こす物質は DNA である。
- (4) 細胞は細胞から生じる。
- (5) DNA はヌクレオチドからなる。

問 2 下線部(イ)の野生型とは一般的にどのように定義されるか、簡潔に述べなさい。

問 3 下線部(ウ)の操作を行う理由を簡潔に説明しなさい。

問 4 実験1と実験2の結果から野生型ファージの DNA 合成の特徴についてわかることを 70 字以内で述べなさい。

問題 4 次の文章を読んで、問1から問5に答えなさい。

哺乳類の腎臓には図5に示す構造が多数存在している。腎臓に流れ込んだ血液が図の[A]を通ることで、血しょう中のさまざまな成分はろ過され、[B]へ出て原尿となる。原尿中の成分のうち、体に必要な無機塩類、グルコース、水などは[C]や[D]を通る間に再吸収されるが、老廃物はほとんど再吸収されずに尿として排出される。

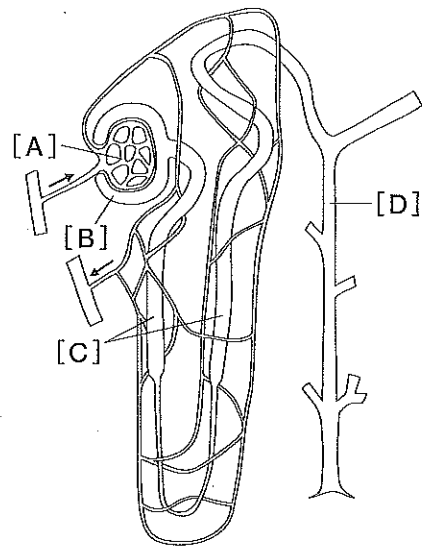


図5
(矢印は血液の流れを示す)

再吸収には[C]や[D]の壁の細胞の細胞膜に存在するさまざまな輸送のしくみが働いている。ナトリウムイオン(Na^+)の再吸収には受動輸送や能動輸送が働いており、 Na^+ の再吸収にともな^(ア)って水の再吸収が促される。また、水の再吸収は[D]に作用するペプチドホルモンによ^(イ)っても促される。グルコースは輸送体タンパク質の働きによってすべて再吸収されるため、通常、尿には含まれない。しかし、健康な成人であっても、血液中のグルコースの濃度(血糖濃度)が一定の値を超えると、グルコースは尿中に^(ウ)排出されるようになる。

腎臓の機能を調べる方法の1つに、多糖類のイヌリンを静脈に注射する方法がある。健康な成人では、イヌリンはすべてろ過され、その後、再吸収されずにすべて尿として排出される。表1は、健康な成人にイヌリンを静脈注射し、一定時間後の100 mL中の血しょう、原尿、尿に含まれるイヌリンと尿素の量(g)を測定した結果である。

表1

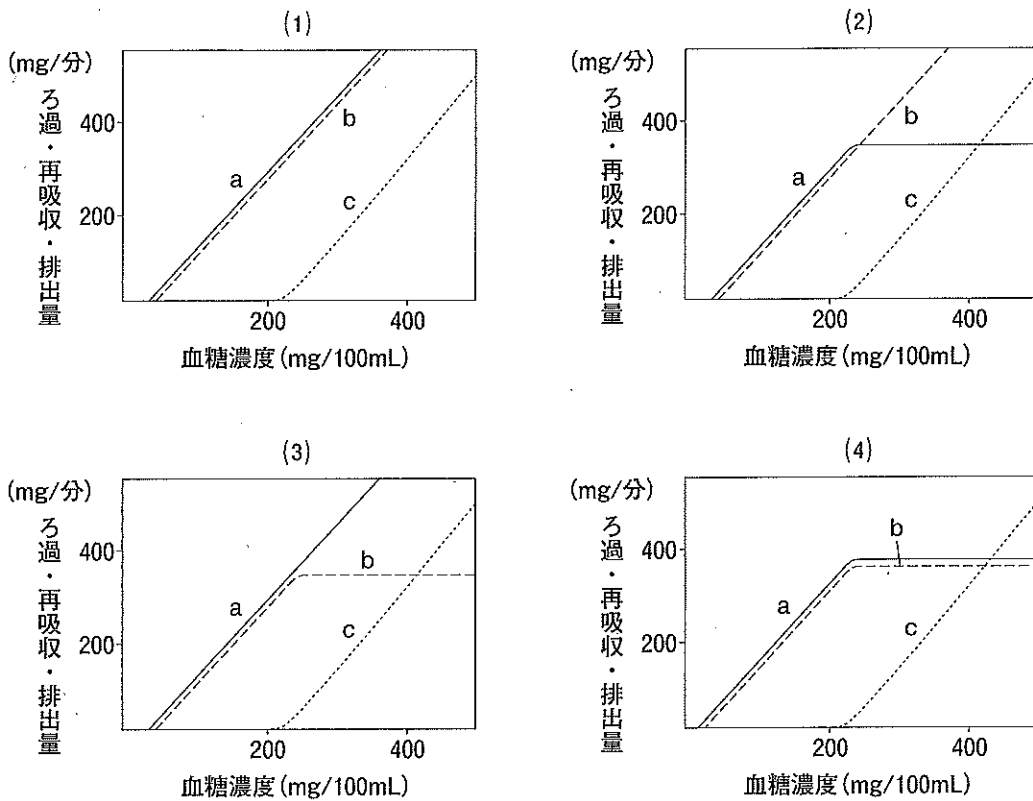
物質	血しょう (g/100 mL)	原尿 (g/100 mL)	尿 (g/100 mL)
イヌリン	0.01	0.01	1.2
尿素	0.03	0.03	2.0

問1 [A]～[D]の名称を答えなさい。

問 2 下線部(ア)において、 Na^+ の再吸収が水の再吸収を促す理由を 50 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(イ)のホルモンと、それを分泌する内分泌腺の名称を答えなさい。

問 4 下線部(ウ)について、血糖濃度の増加にともなうグルコースのろ過量、再吸収量および尿への排出量の変化を正しく表している図を下の(1)~(4)から選び、番号で答えなさい。なお、図中の a (実線) はろ過量、b (破線) は再吸収量、c (点線) は排出量を示す。



問 5 健康な成人の 1 時間あたりの尿の生成量を 60 mL とする。このとき、表 1 の結果から次の(1)と(2)の量を求めなさい。なお、(1)の値は整数で、(2)の値は小数点以下第二位で答えなさい。必要に応じてそれぞれ小数点以下第一位と小数点以下第三位を四捨五入しなさい。

(1) 1 時間あたりの原尿の生成量 (mL)

(2) 1 時間あたりの尿素の再吸収量 (g)