2024年度 藤田医科大学（一般前期）そっくり類題セット：生 物（2科目120分・配点100点）

制作：TMPS医学館（解説：Sora先生）｜全3大問（選択・記述・論述式）。

第1問　ヒトの細胞周期とDNA複製に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

(1)細胞分裂が盛んに起こっている体細胞では、G_1期、S期、G_2期、M期からなる細胞周期が進行している。一方、分化した体細胞の多くでは (2)細胞分裂は起こらず細胞周期は進行していないが、状況の変化により再び細胞周期の進行が開始することがある。がん細胞は細胞分裂が盛んであり、(3)細胞周期の特定の段階に作用して増殖を抑える抗がん剤が治療に用いられるが、(4)正常組織にも副作用が現れることがある。

問1　下線部(1)について、
i) 動物細胞の細胞質分裂において、赤道面の細胞膜直下に形成され、くびれを生じさせる構造の名称と、それを構成する2種類のタンパク質の名称を記せ。
ii) 減数分裂と比較したときの体細胞分裂の特徴として適切なものを、次の ①〜⑤ からすべて選び、番号で記せ。

① 分裂前にDNA複製が1回行われ、分裂が2回連続して起こる。
② 前期に相同染色体の対合（二価染色体の形成）は見られない。
③ 中期にすべての染色体が赤道面に並び、後期に姉妹染色分体が分離する。
④ 生じる娘細胞の染色体数（核相）は母細胞と同じである。
⑤ 植物細胞では中心体から伸びた星状糸によって細胞板が形成される。

問2　細胞周期が 20 時間（G_1期：8時間、S期：7時間、G_2期：4時間、M期：1時間）で一周する培養細胞 B に、チミジン代替物 BrdU を加えて短時間培養した後に洗い流す実験を行った。
i) ウリジン（塩基としてウラシルをもつヌクレオシド）の代替物ではなく、チミジンの代替物を用いる理由を簡潔に記せ。
ii) BrdU を洗い流した直後に、「G_1期からS期への移行を阻害する薬剤 P」を含む培地に置換して 20 時間培養したとき、細胞ごとの「全DNA量（相対値1または2）」と「BrdU 取り込み量（多または少）」の分布はどのようになると考えられるか、簡潔に説明せよ。

問3　下線部(2)について、このように細胞周期から離れて分裂を休止している時期を何期とよぶか。また、ヒトの体内で通常はこの状態にあるが、組織の損傷時などに再び細胞周期に戻る細胞の具体例を1つ記せ。

問4　下線部(3)について、問2で用いた培養細胞 B の培地に「DNAポリメラーゼの働きを直ちに阻害してS期の進行およびG_1期からS期への移行を止める薬剤 Q（アフィディコリン）」を添加し、添加時点を 0 時間として顕微鏡下で観察を継続した。ある時点を境に M 期の細胞が完全に見られなくなった。それは何時間後か、数値を記せ。

問5　下線部(4)について、細胞周期を標的とした抗がん剤の副作用として「脱毛」や「白血球減少」「下痢（消化管粘膜障害）」が起こりやすい理由を、細胞周期の観点から簡潔に記せ。

第2問　ヒトの血液循環と心臓の拍動に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

心臓は規則正しく収縮と弛緩を繰り返し、血液を全身および肺へ送り出している。心臓の自動性は (1)洞房結節（ペースメーカー）が一定のリズムで興奮し、その興奮が刺激伝導系を介して心房・心室へと伝わることで生じる。洞房結節は (2)自律神経の支配を受けて拍動リズムを変化させる。また、左心室と左心房の間には左房室弁（僧帽弁）、左心室と大動脈の間には大動脈弁が存在し、(3)弁の開閉は弁をはさんだ両側の圧力差によって受動的に決まる。

問1　下線部(1)について、洞房結節から発した興奮が心室筋全体に伝わるまでの経路として、正しい順序を次の語群から選んで矢印（→）でつないで記せ。
［語群：ヒス束、房室結節、プルキンエ線維、心房筋］

問2　下線部(2)について、運動時に心臓の交感神経が興奮したとき、その神経終末から放出される神経伝達物質の名称を記せ。また、その物質が洞房結節の細胞に作用すると、活動電位の発生間隔（周期）はどのように変化するか記せ。

問3　下線部(3)について、平常時の左心室の1回の拍動サイクルにおける4つの期間（①等容性収縮期、②駆出期［拍出期］、③等容性弛緩期、④充満期［流入期］）について、以下の問いに答えよ。
i) 左房室弁（僧帽弁）と大動脈弁の両方が閉じている期間を ①〜④ からすべて選び、番号で記せ。
ii) 左心室内の圧力が大動脈内の圧力よりも高くなっている期間を ①〜④ から1つ選び、番号で記せ。
iii) 平常時において、左心室の最大容積（拡張末期容積）が 140 mL、最小容積（収縮末期容積）が 60 mL、心拍数が 1分間あたり 70 回であるとき、1分間に左心室から大動脈へ送り出される血液量（分時拍出量）は何 L か。小数第2位まで記せ。

問4　交感神経の働きにより、大動脈圧や拡張末期容積（140 mL）は変化しないまま**心筋の収縮力だけが増大した**場合、左心室の最小容積（収縮末期容積）および1回拍出量は平常時（60 mL，80 mL）と比べてそれぞれどのように変化するか記せ。

問5　肺動脈弁や右心房・右心室の圧力を測定する「右心カテーテル検査」を行う場合、体表から針を刺してカテーテルを挿入する血管として最も適切なものを、次の ①〜④ から1つ選び、番号で記せ。
① 大腿動脈　　② 肺静脈　　③ 肝門脈　　④ 内頸静脈（または大腿静脈）

第3問　原核生物と真核生物の遺伝子発現調節および酵素反応に関する次の問いに答えよ。

大腸菌のトリプトファン（trp）オペロンでは、調節遺伝子からつくられる調節タンパク質（trpリプレッサー）は単独ではオペレーターに結合できないが、トリプトファン（コリプレッサー）と結合すると立体構造が変化してオペレーターに結合し、転写を抑制する。一方、ラクトース（lac）オペロンでは、調節タンパク質（lacリプレッサー）は単独でオペレーターに結合して転写を抑制しており、ラクトースの代謝産物（インデューサー）が結合するとオペレーターから外れる。さらに lac オペロンの転写が盛んに起こるためには、グルコース欠乏時に増加する物質 Y と結合したアクチベーター（CAP）がプロモーターの上流に結合する必要がある。

問1　トリプトファン合成経路の最初の反応を触媒するアロステリック酵素について、基質濃度を横軸、反応速度を縦軸にとったグラフはどのような形状になるか。また、その理由を簡潔に記せ。

問2　lac オペロンに関する上の文中の「物質 Y」の名称を記せ。

問3　大腸菌の lac オペロンに次の a，b のような変異が生じた場合、「ラクトースがありグルコースがない培地」と「ラクトースもグルコースもある培地」のそれぞれにおいて、構造遺伝子群の転写は正常株と比べてどうなるか（「盛んに行われる」「ほとんど行われない」で答えよ）。
a：オペレーターの塩基配列に変異が生じ、lac リプレッサーがオペレーターに全く結合できなくなった変異株。
b：プロモーター上流の CAP 結合部位に変異が生じ、CAP が DNA に全く結合できなくなった変異株。

問4　真核生物では原核生物のようなオペロンはほとんど見られず、クロマチン構造の変化や転写因子・基本転写因子による複雑な調節が行われている。真核生物のヒストンタンパク質のアセチル化が転写を促進するしくみを、DNAとヒストンの結合性の観点から簡潔に記せ。