

08 年度 生命科学試験 解答例

教科書などを参考に作ってみました。答えがあっている保証はありません。それを承知の上、各自利用してください。間違っているところや不十分なところがあれば、教えていただけると嬉しいです。

1 略（教科書参照）

2 略（教科書参照）

3

(1)例:

生体膜の基本構造。主にリン脂質から構成され、疎水基を内側に、親水基を外側に向けるように二重層が形成される。また、流動性や折れ曲がる柔軟性を併せ持ち、脂質だけでなく、膜に存在するタンパク質も脂質二重層面内を移動できる。

(2)例:

鋳型となる DNA 上の転写調節領域に結合し、転写が起きるかどうかを決めたり、転写開始頻度を調節するタンパク質。

補足:

上の解答は配布プリントから作ってみました。教科書に載っている「基本転写因子」の説明は、
基本転写因子: RNA ポリメラーゼがプロモータに結合する際に必要なタンパク質。プロモータ上の
特定の塩基配列に基本転写因子が結合することによって、RNA ポリメラーゼが結合し、RNA 合成を開始することが出来る。

です。ただ、プリントの意味する転写因子と教科書の意味する基本転写因子を同一視してよいかは少し疑問が残ります。

(3)例:

DNA の情報を構成する 4 種類の文字(A,T,G,C)とタンパク質を構成する 20 種類の文字(アミノ酸)の対応関係を表す変換規則。DNA3 文字につき、1 個のアミノ酸が対応する。また、メチオニンを示す AUG が開始コドンであり、3 種類の終止コドンがある。

(4)例:

細胞分裂に必要な過程の繰り返しのことをいう。順に、DNA 合成準備期の G1 期、DNA 合成期の S 期、分裂準備期の G2 期、分裂期の M 期が繰り返される。各段階には、チェックポイントが存

在する。

(5)例:

タンパク質の二次構造の一種。平行に並んだポリペプチド鎖間で水素結合が形成され、波形の平面構造となっているもの。

(6)例:

アミノ酸を片方の端に結合し、他方の端で mRNA のコドンと結合する小さな RNA。タンパク質合成の際に、アミノ酸をリボソームへ運ぶ役割をもつ。tRNA それぞれに、結合するアミノ酸が決まっている。

(7)例:

真核生物の DNA は、ヒストンという塩基性タンパク質と強固に結合したヌクレオソーム構造として存在し、ヌクレオソームはクロマチン繊維を形成する。DNA とヒストンが結合した状態では、RNA ポリメラーゼが結合して RNA を合成するのが難しい。そこで、RNA 合成を促進するため、エンハンサーによってヒストンと DNA の結合をゆるめる。ヌクレオソーム構造を変化させて調節するこの現象をクロマチンリモデリングと言う。

4

(1)例:

大腸菌はラクトースをそのままでは利用出来ないが、 β -ガラクトシターゼ酵素でグルコースに加水分解することで利用できる。 β -gal 遺伝子は、グルコースが存在せず、ラクトースが存在している中で働き、 β -ガラクトシターゼ酵素が合成される。この仕組みを見る。

β -gal 遺伝子のプロモータ部分に重なるオペレーターには、LacI というタンパク質が結合しており、このために、RNA ポリメラーゼの働きが阻止されている。これが負の調節である。しかし、グルコースが存在せず、ラクトースのみ存在するとき、ラクトースの代謝産物であるアロラクトースが LacI に結合して、オペレーターと結合できなくさせることが可能である。このとき、転写を開始するには、RNA ポリメラーゼがプロモータに結合すればよい。RNA ポリメラーゼは、cAMP と CAP タンパク質の複合体がプロモータに結合して初めて、プロモータに結合できる。これが、正の調節である。cAMP はグルコース濃度が低いときにのみ産生される。すなわち、グルコースが存在せず、ラクトースのみが存在するとき、もちろん cAMP は産生されていることになる。

補足:

図は教科書や配布プリントの図を参照してください。

(2)例:

ミトコンドリアや葉緑体は、もともと独立した細胞であったものが、細胞の中に共生するようになったものとして分類される。そのため、ミトコンドリアや葉緑体は独自の DNA を縮小した形でもち、二枚の膜で囲まれている。ミトコンドリアは呼吸を、葉緑体は光合成を担っている。

次に、その他の細胞内小器官は相互に関連したものとして分類され、小胞輸送系を形成する。小胞体にリボソームが結合して、タンパク質を受け入れ、小胞体から膜小胞が分離し、ゴルジ体で糖鎖の修飾を受け、細胞膜外へと輸送される。また、外部の物質を取り入れる時、外部の物質はエンドソームに包まれ、リソソームまで運ばれ、リソソームで分解される。分解に必要な酵素はゴルジ体から輸送される。

その他に上の二つに属さないものとして、ペルオキシソームが存在する。ペルオキシソームは様々な物質の酸化をする。

補足:

教科書ではこの範囲が見つかりませんでした。P.73 のコラム「細胞内小器官の起源に関する推論」に関係するのかな、というぐらいです。DVD では多少紹介されていたので、その説明をもとに作ってみましたが、確かではありません。教科書にのっている各細胞内小器官の説明についても盛り込んでよいかと思います。また、DVD では上の細胞内小器官の他に、細胞膜・核膜などについても載っていました。

(3)例:

アロステリック制御とは、代謝物質や ATP・ADP などの低分子物質(エフェクター)によって酵素の活性が調節されることである。このとき、酵素は、活性中心以外にエフェクターが結合する部位をもち(これをアロステリック部位と言う)、エフェクターが結合することで、活性が調節される。この酵素のことをアロステリック酵素と言う。アロステリック酵素は、複数のサブユニットから成り、構造変化する時は一斉に変化する。ゆえに、基質濃度やエフェクター濃度にアロステリック酵素の活性は影響を受け、酵素のもつこの構造変化の性質のため、アロステリック制御は可能になっている。(エフェクター濃度を变化させたときの反応初速度の基質依存性は教科書 P.98 の図参照。アロステリック酵素の活性は基質濃度に対して、S 字形曲線を描き、エフェクター濃度に影響をうける。)

補足:

問題で要求されている、エフェクター濃度を变化させたときの反応初速度の基質依存性を示す図に教科書の図が一致しているかはやや疑問ですが、これを参考にすると良いと思います。

(4)例:

細胞外から細胞内へのシグナル伝達は、受容体が細胞外の情報であるシグナル分子と結合することで、構造を変化させて、シグナルを細胞内に伝達することによる。そして、細胞内シグナル

伝達においては、キナーゼ型受容体、Gタンパク質共役型受容体、チャネル型受容体、転写因子型受容体などの受容体を介したシグナル伝達経路がある。ここでは、Gタンパク質共役型受容体を介したシグナル伝達をとりあげる。

Gタンパク質共役型受容体では、三量体Gタンパク質が受容体に結合している。三量体Gタンパク質は、GDPかGTPが結合するタンパク質であり、GDPのときは不活性化状態、GTPのときは活性化状態となる。細胞外の情報物質であるシグナル分子が受容体タンパク質に結合すると、三量体Gタンパク質に結合するGDPが遊離し、GTPが結合することで、活性化状態となり、シグナルを伝える。シグナルを伝え終わると、GTPは加水分解され、もとの不活性化状態となる。

次に、細胞内シグナル伝達の主様式にはリン酸化、Gタンパク質、cAMP や Ca^{2+} などの二次メッセンジャーによるものがある。ここでは、Gタンパク質をとりあげる。

Gタンパク質には、上にあげた三量体Gタンパク質の他に、低分子量Gタンパク質が存在し、低分子量Gタンパク質も同様に、GDP・GTPと結合しており、GDP結合型では不活性、GTP結合型では活性を示す。受容体からのシグナル伝達により、GDPがGTPになることで活性化される。

このようなGタンパク質の性質によって、細胞内でシグナル伝達が行われる。

補足:

範囲が広く、問題がどの内容を要求しているのか、捉えられませんでした。Gタンパク質をとりあげ、教科書 P.133～の「細胞内シグナル伝達の具体例」と P.130～の内容に基づいて作ってみました。また、ここでは、細胞外の情報物質をシグナル分子と考えました。この他にも具体例はあるので、それも見ておくとよいと思います。

5 略

6 略