

分子細胞生物学 小テスト解答案

☆授業ノートとエッセンシャル細胞生物学を参照しました。()内には、教科書の参照ページや配布資料の図を記しました。

なるべく簡単にしたつもりです。グレー文字は解答に入れなくてもいいかなと。

おかしいところがあったら、教えてください。

第3章

① ATP とペプチド結合の構造式を書きなさい。

省略

② 活性型運搬体を 6 個挙げ、転移基を挙げなさい。

活性型運搬分子	転移基
ATP、GTP	リン酸基
NADH、NADPH、FADH ₂	電子と水素原子
アセチル CoA	アセチル基

活性型運搬分子には右の転移基が対応しています。

補足

活性型運搬体分子…細胞に必要なエネルギーを変換しやすい高エネルギー化学結合 (= 転移基) で蓄えている分子のこと。種類の反応と共役する。

第4章

③ タンパク質の階層構造について簡単に説明しなさい。(P.136)

タンパク質の構造は、一次→二次→(超二次)→(ドメイン)、三次→四次構造の階層構造で記述できる。

一次構造とは、アミノ酸の直線配列のことで、二次構造は α ヘリックスや β シートのような基本となる折りたたみ構造のことである。超二次構造(モチーフ)と三次構造はともに、一本の鎖からなる二次構造が折りたたまれてできるコンパクトになったポリペプチド構造である。三次構造は、ドメインを持つ。最後に四次構造は、三次構造を持った複数のポリペプチド鎖が会合してできる構造である。

補足

モチーフと三次構造の違いは、三次構造はその構造を単独で取り出しても保存されるが、モチーフはそうとは限らないということらしいです。また、三次構造はドメイン(ポリペプチド鎖の一部で、独立して安定な構造)というタンパク質の基本単位からなっているというのも違いです

④アミノ酸の等電点について簡単に説明しなさい。

アミノ酸には、それぞれに固有な等電点と呼ばれる pH (pI と書く) があり、そこでは、全体の電荷はゼロになる。

中性アミノ酸では、 $pI = (pK_a^{H^+} + pK_a^{COO^-}) / 2$ が成り立つ。三つ以上の異なった形をとるアミノ酸の場合は、両性イオンの両側にある二つの pK 値を用いて、 $(pK_1 + pK_2) / 2$ より、等電点がわかる。

⑤酵素は 6 種類に分けられる。その分類を答えなさい。(P.145~)

加水分解酵素、合成酵素、異性化酵素、酸化還元酵素、転移酵素、脱離酵素

⑥タンパク質機能の調節で重要な概念について簡潔に答えなさい。(P.151~)

ある反応系で、生成物の増加により、酵素の働きが妨げられる作用をフィードバック阻害といい、これは負の制御である。一方、調節分子が酵素活性を促進する正の制御もある。調節分子の結合によるタンパク質の構造変化に起因することが多い。

例としては、リン酸化、GTP 結合タンパク質 (EF-Tu とか) などの活性の調節が挙げられる。モータータンパク質は、ATP の結合とその加水分解によるコンフォメーションの変化により、方向をもった動きという機能が達成されている。

⑦真核生物の染色体の複製、有糸分裂に必要な 3 つの DNA 領域を答えなさい。

セントロメア、複製起点、二つのテロメア

⑧ヒストンの N 末端尾部にはどのような修飾があるか、またどのような意味をもつか三つ例を挙げなさい。

配布資料 5 章の図 154 に載っています。

修飾	意味
アセチル化	遺伝子発現、複製 DNA に結合 (それぞれアセチル化の場所が違うが。)
メチル化	遺伝子発現抑制、ヘテロクロマチン
リン酸化	有糸分裂、減数分裂

意味はひとつ書ければいいと思う。

ヒストン尾部修飾の最も重要な役割は、特殊なたんぱく質に結合して、それをクロマチンに引き寄せることらしい。このタンパク質には、クロマチンを凝縮させるのもあれば、DNA を近づきやすい状態に変えるものもある。

第 6 章

⑨DNA の複製機構について、特に複製フォーク周辺の構成要素について説明しなさい。

(第 6 章の配布資料図 173)

原核生物について。複製機構の中心となるのが、DNA ポリメラーゼで、DNA ヘリカーゼが開いた一本鎖を鋳型にして、DNA を合成する酵素である。この DNA ポリメラーゼが鋳型から離れないように保持するのがスライディングクランプとクランプローダーで、DNA ヘリカーゼは、ATP の加水分解エネルギーを使って、DNA の二本鎖を開いていく役割。複製フォークの起点である。この開いた鎖に結合して塩基対を形成するのを防ぐのが SSB である。

また、DNA プライマーゼは、ラギング鎖の複製開始に必要なプライマーRNA (岡崎フラグメントの起点) を合成している。

実際の合成中は、ラギング鎖の DNA は折り返されて、以上の装置が複製起点に集まっている。

真核生物の場合は、SSB が 3 種類あったり、ラギング鎖の DNA ポリメラーゼが 2 種類あったりする。

⑩テロメアについて簡単に説明しなさい。(P207)

ラギング鎖の複製において、DNA 末端が失われるのを防ぐ役割をする末端の反復配列のことである。テロメラーゼでテロメアを伸長させて、RNA ポリメラーゼが結合できる部分を提供している。

ラギング鎖の末端の複製において、末端でプライマーRNA を形成する必要があるため、末端は少しだけ失われるはずである。そうすると DNA は短くなってしまふ。そこで、真核生物の多くは、テロメアという繰り返し配列を用意している。鋳型のテロメアを認識して、そこにテロメラーゼが同じ繰り返し配列をさらに付加し、これが、鋳型となりラギング鎖を完成させることができる。

テロメアの長さはランダムなので、細胞分裂の過程でテロメアがない染色体も生じる。(これは、老化の原因とも言われている。)

第 7 章

⑪真核生物における RNA プロセッシングについて、原核生物と異なる点を挙げなさい。(P236~)

原核生物は、mRNA ができるそばから、タンパク質合成が始まる。一方、真核生物は、核で mRNA が合成されて、細胞質に出る際に RNA プロセッシングを受ける。

真核生物の RNA プロセッシングには、5' キャップ形成、RNA スプライシング、3' ポリアデニル化がある。

5' キャップ構造は、mRNA の 5' 末端に 7-メチルグアノシンがリン酸結合で付加した構造である。RNA スプライシングでは、mRNA から、非コード領域のイントロンを除きエキソンをつなぎ合わせるプロセッシングである。最後に、3' ポリアデニル化は、mRNA の 3' 末端にアデニンの反復配列が付加されることであ

る。

第 7 章、第 8 章

⑫転写開始について、真核生物と原核生物の相違点を挙げなさい。(P275)

図 173 を見てください。図を書けると解答は楽です。

- ・RNA ポリメラーゼが真核生物は 3 種類、原核生物は 1 種類
- ・真核生物では、プロモーター付近での、多くの転写基本因子と呼ばれるタンパク質集合が必要である。これらとともに、RNA ポリメラーゼ II が転写開始複合体を形成しなければ、転写は始まらない。一方、原核生物では、プロモーター領域を σ 因子が認識すれば、RNA ポリメラーゼで転写はスタートする。
- ・真核生物は、プロモーターから離れたところに結合する転写活性因子からも調節を受ける。

具体的に・・・

原核生物:RNA ポリメラーゼが DNA に結合して、さらにサブユニットの σ 因子がプロモーター領域を認識すると、二重らせんはほどけて、RNA の合成が始まる。(合成が進むと、 σ 因子は外れて、RNA ポリメラーゼがターミネーター領域に出会うまで、転写は続く。)

真核生物:原核生物よりも複雑で、多くの構成要素がある。まず、DNA の TATAbox に TF II D/TBP 複合体が結合すると、そこに、TF II A や TF II B など数種の転写基本因子が結合して、複合体を形成する。そして RNA ポリメラーゼ II などが転写開始部位に結合して、転写は開始される。実際の細胞では、さらにメディエーター、クロマチン再構成複合体、ヒストンアセチラーゼが結合し、プロモーターから離れたところにあるエンハンサーを認識した転写活性化タンパクがスイッチとなって転写が開始する。

⑬リボソームで起こる翻訳進行の 3 段階について、簡単に説明しなさい。

1. 伸長鎖が結合している tRNA はリボソームの P サイトにある。次のアミノ酸が結合した tRNA がとなりの A サイトに結合する。
2. P サイトにある鎖が tRNA から外れ、A サイトのアミノ酸と結合する。(ペプチジル転移反応)
3. 2 の反応により、リボソームの大サブユニットの立体構造変化が起こって、tRNA が E サイト、P サイトに動く。そして、E サイトの tRNA が遊離して、1 に戻る。

⑭翻訳開始機構について、真核生物と原核生物で異なる点を挙げなさい。(P253)

真核生物では、開始因子 IF と開始 tRNA が小サブユニットに結合し、それが CAP 構造を目印として、mRNA に結合、開始コドンを探す。開始コドンを見つけると、開始因子がはずれて、大サブユニットが結合して翻訳は開始される。一方原核生物は、CAP 構造がないので、シャインダルガノ

配列を目印として、リボソーム結合部位にリボソームが結合して、翻訳スタート。

⑮特定のタンパク質の分解を引き起こす方法について例を挙げなさい。(図 251、252)

1. ユビキチン連結酵素の活性化
2. 分解シグナルの活性化

⑯真核生物の遺伝子発現調節に関わる 6 段階を挙げなさい。

1. 転写の調節
2. RNA プロセッシング
3. mRNA 輸送と局在化
4. 翻訳の調節
5. 分解
6. タンパク質の活性調節

⑰lac オペロンの正の制御、負の制御について簡単に説明しなさい。

正の制御:CAP が DNA に結合して転写を促進する

負の制御: lac リプレッサーが DNA に結合して、転写を抑制する。

正の制御: グルコース濃度が下がる→環状 AMP の濃度が上がる→環状 AMP が CAP に結合→CAP 活性化→DNA に結合→転写促進

負の制御: ラクトース濃度が低下→リガンドが lac リプレッサーから離れる→lac リプレッサーが DNA へ結合→転写抑制

⑱真核生物の発現制御について、特に負の調整方法について例を挙げなさい。

活性化因子と抑制因子が DNA 結合の競合

活性化表面に抑制因子が遮蔽する

抑制因子と転写基本因子の直接的相互作用

抑制的クロマチン再構成複合体の動員

ヒストンアセチラーゼの動員 (ヒストン尾部のアセチル基を取り除く、⑧参照)

(終)