

2009 年夏学期 生命科学 (正井久雄教官)

I、

- (1)F 凝縮が強固で発現しない遺伝子が集まるヘテロクロマチンと、凝縮が緩く発現する遺伝子が集まるユークロマチンがあるが、両者はクロマチン繊維に結合するタンパク質による凝縮の強さの差から違いから二状態を行き来する。クロマチン繊維の形が変わるわけではないので DNA の高次構造には含まれない。
- (2)F 不連続複製により合成されるのは複製の進行方向と逆向きに 5'→3'があるもので、ラギング鎖であった。
- (3)T 染色体は二極に分かれた中心体からでる紡錘糸(微小管からなる)と動原体と呼ばれる真ん中あたりの位置に結合し両方向に引っ張られて分裂する。
- (4)T ヒストンの塩基性が低下するので。
- (5)F DNA の複製は 5'→3'へ進行するので伸長中の鎖の 3'ヒドロキシ末端へのヌクレオチドの 5'のヒドロキシ末端への付加を触媒する。
- (6)T それでも直されなかったらミスマッチ修復機構で、それでもダメなら遺伝子変化(進化あるいは遺伝病、癌、老化等)。
- (7)F 複数のコドンを持つものもあるが、メチオニンには ATG だけでこれは開始コドンでもあった。トリプトファンは UGG だけ。でも他はみんな複数。コドンが何なのか分かっているならば、試験問題の最終ページに答えが…。
- (8)F 3'末端にはアデニン(A)が多く付加されポリA付加と呼ばれるのであった。ちなみに5'末端にはキャップ構造であった。更に詳しくは教科書を。
- (9)T 再生医療へ
- (10)T 転写も核内で行われ、スプライシングなど mRNA の修飾が終わってから翻訳のために核外へ出る。
- (11)F ヒストンタンパク質は H2A と H2B と H3 と H4。
- (12)T
- (13)F DNA ポリメラーゼはプライマー(少なくとも数個のヌクレオチドがつながったもの)がなければ反応を進められない。RNA ポリメラーゼは可能。
- (14)T 教科書曰く少なくとも三種類でそれぞれ役割分担されている。原核生物は一種類。
- (15)F リボソームの 2/3 が rRNA で 1/3 がタンパク質からなり、真核生物は多種のタンパク質を含むけれども、それらは外側を覆っているだけにすぎないとか。
- (16)F (10)参照
- (17)F 諸々の基本転写因子に導かれて転写開始領域に結合する。正の調節ではある物質があることで初めて結合できる。
- (18)F 生物種により G+C を極端に多くもつものもあり、その偏りがコドンバイアスに影響すると思われる。
- (19)F アミノアシル tRNA 合成酵素によって媒介される。

(20)T That's right.

2、

- 問 1. 7 a.動物細胞に細胞壁はない。
b.10 μm の間違い。
c.正しい。
- 問 2. 2 a.ヒストンタンパク質にDNAが巻きついたヌクレオソームが折り重なってクロマチン繊維になっているので正しい。
b.正しい。ユークロマチンは凝縮が緩い。
c.核は細胞分裂の過程で二個になるときを除き一個である。
- 問 3. 8? a.諸々のタンパク質やRNAポリメラーゼが集まって球に近い形に見える非膜組織であるから間違い。
b.tRNAが修飾されるが、合成自体はRNAポリメラーゼIIIにより行われ、それは核小体に無い。
c.核小体はリボソームやmRNAの組み立てられる場である。核タンパク質とは構成的に(いつも)核酸と結合しているタンパク質でヒストンタンパク質等がある。
- 問 4. 4 a.外膜と内膜の脂質二重層によって囲まれている。＜性質が大きく異なる＞に不適合。
b.粗面小胞体につながっていて核内で作られたmRNA等が運ばれていく。
c.核膜孔の直径は脊椎動物で10nm程度で分子量60Da以上の分子は通過できない。ちなみにDa(ダルトン)とは…
- 分子や原子の質量の単位。炭素の同位体元素 ^{12}C の1原子の質量の12分の1である。数値的には分子量に等しいが、分子量は1モル(mol)あたりの相対質量で無名数であるのに対し、ダルトンは“分子1個の質量”を表すのに使う。分子量の概念に当てはまらない染色体、リボソーム、ミトコンドリアなどの質量を表すのに使われる。タンパク質の分子量を表すのはキロダルトン(1000ダルトン:kd)が用いられ、DNAの場合にはメガダルトン(100万ダルトン:Md)が用いられる。 (株)先端医学生物研究所より
- 問 5. 2 a.タンパク質が合成される。
b.核タンパク質もしかり。
c.糖鎖の付加などの修飾はゴルジ複合体で行われる。
- 問 6. 5 a.主な役割はコレステロールやステロイドホルモンといった脂質の合成と解毒で

あった。

- b.カルシウムイオンの貯蔵を行う。
- c.発達するのは肝細胞や心筋、骨格筋らしい。

問 7. 1 a.そうらしい。

- b.小胞体から運ばれてきたタンパク質がここで修飾をうけ、分泌小胞や分泌顆粒となって目的地へと運ばれる。
- c.リソソーム行きの分泌小胞も作られるはず。

問 8. 2 a.図ではそう見えました。

- b.それによって蛋白質や炭水化物、脂肪等を分解するのが主な働きであった。
- c.カルシウムイオンの貯蔵は滑面小胞体の役割。

問 9. 6 a.一枚膜からなる。

- b.解毒のために、過酸化水素を酸化剤として使いたいのので酸性ではなからうか？
- c.多くは球形をなす。

問 10. 1 a.細胞内共生説でいうところの細胞質由来の外膜と細菌由来の内膜がある。

- b.PTP とも呼ばれる。これが開くと細胞質中の低分子量の物質が入ってきて膨張し、(色々あって) アポトーシスへとつながる。
- c.中の部分はマトリックスと呼んだ。

問 11. 3 a.内膜に埋め込まれている部分を F₀ 部分、外に出ており ATP ができる所を F₁ 部分と呼ぶ。(F 型 ATP 合成酵素の場合)

- b.活性部位 (F₁ 部分) はマトリックス側に出ている。
- c.三段階の回転で ADP から ATP が合成された。

問 12. 3 a.解糖系の段階で基質レベルのリン酸化等が行われ、クレブスサイクル (TCA サイクル) がミトコンドリア内で起こる。

- b.最終的にピルビン酸ができる。
- c.酸素がない場合、NAD⁺を NADH から再生させるため、ピルビン酸から乳酸発酵あるいはアセトアルデヒドを経てエタノールを生成する (アルコール発酵)

問 13. 3 a.ちよつとずつちよつとずつ酸化してエネルギーを小分けに蓄えられるシステム。

- b.NADH と FADH₂ ができる。
- c.あとは電子伝達系での水素イオンの濃度勾配を使った ADP→ATP の反応(メイン)を残すのみ。

問 14. 3 a.V_a<V_b がミカエリス-メンテンの式から言える? (V_{max} の扱いが不明)

- b.酵素は反応を起こしやすくするがそれ自体は変化しない。
- c.リガンドの結合によって高次構造が変化し、活性/不活性の調節がなされる。

問 15. 1 か 3? a.プロテアソームは細胞質にも核内にもあり、蛋白質の除去が主目的だが、リソソームは再利用が主目的らしい。

b. ?

c. ユビキチンの結合した蛋白質をプロテアソームが分解する。細胞周期をコントロールするための仕組みのひとつ。

- 問 16.5 a. 古細菌の一部を除けばリン脂質二重膜でできている。
b. 糖鎖は膜の外側にしか存在しない。
c. 生体膜中にある膜タンパク質は生体膜の両親媒性から膜の外と内の移動には構造変化等何らかの対応が必要になるはず。

- 問 17.5 a. カリウムイオンの濃度は細胞内の方が高い。それを維持する ATP ポンプと呼ばれる能動輸送機構がある。
b. 塩化物イオンの濃度は細胞外の方が高い。
c. 本文中の濃度は哺乳類の細胞外のイオン濃度で、細胞内はその一万分の一程度。

- 問 18.1 か 2 a. 七回膜貫通型受容体に会合するのは $G\alpha$, $G\beta$, $G\gamma$ の三つの小さなサブユニットタンパク質からなる三量体 G タンパク質であり、低分子 G タンパク質ではない。

b. チロシンキナーゼ型受容体は不活性時二つに分かれており、リガンドによって互いをリン酸化して二量体化するのでキナーゼドメインは細胞外か。

c. ? 多重遺伝子は諸々の理由で文字通り同じ全く同じ遺伝子が複数できたときの遺伝子で、進化に重要なファクターらしい。ヘモグロビンやら何やらは多重遺伝子族と呼ばれ、相同性が高い。シグナル伝達は？。

- 問 19. ? 3 a. ? ヒトの場合 G_0 期以外の周期の時間はだいたい同じで S 期 M 期の時間もおよそ決まっている（異常がなければ）。発生の段階の未分化細胞と分化後の細胞という視点で比べればカエルの場合は卵割時に G_1 , G_2 期がそもそも存在しないのももちろん誤である。そんなわけないか。

b. 細胞分裂の際、染色体が凝縮することによってそれが観察できる。

c. サイクリン依存性キナーゼ(CDK)はサイクリンと結合することでタンパク質リン酸化酵素として活性化し CKI が結合していると活性化できないのであった。

- 問 20.7 a. まず DNA を二倍に複製してから連続二回の細胞質分裂がおこる。
b. 誤りを起こしやすくなっているのではなく、相同染色体同士が一部組換えを起こすことにより（交叉）遺伝的多様性が生じる。
c. 交叉は相同組換えの一つ。

3、

- 問1. a. ヒストンタンパク質 b. ユークロマチン c. ヘテロクロマチン

- 問2. d. 粗面小胞体(リボソームは rRNA やタンパク質の複合体で細胞内小器官ではない)
e. 糖鎖 f. ジスルフィド g. ゴルジ複合体 h. リソソーム

- 問3. i.1 j. 過酸化水素 k. カタラーゼ l.(1)

問4. m.アミノ n.疎水 o.塩基←リシンやアルギニン

4、

GとC、AとTの組み合わせであるから全部で100%になるように A→30 G→20 T→30

5、

おさらい…ダルトンとは(2,問4,cより)

分子や原子の質量の単位。炭素の同位体元素 ^{12}C の1原子の質量の12分の1である。数値的には分子量に等しいが、分子量は1モル(mol)あたりの相対質量で無名数であるのに対し、ダルトンは“分子1個の質量”を表すのに使う。分子量の概念に当てはまらない染色体、リボソーム、ミトコンドリアなどの質量を表すのに使われる。タンパク質の分子量を表すのはキロダルトン(1000ダルトン:kd)が用いられ、DNAの場合にはメガダルトン(100万ダルトン:Md)が用いられる。(株)先端医学生物研究所より

要するに ^{12}C 1mol 12g だったが、 ^{12}C 1粒(?) 12ダルトンである。

アボガドロ定数を 6.02×10^{23} とすれば 1ダルトン = $[12 / (6.02 \times 10^{23})] / 12 = 1 / (6.02 \times 10^{23})$ グラムとなる。

一細胞あたりの塩基対の重さは、

$$660 \times 6.4 \times 10^9 = 4224 \times 10^9 \quad \text{よって } 4.2 \times 10^{12} \text{ ダルトン}$$

1グラムの培養細胞全体では 4.2×10^{21} ダルトン

$$4.2 \times 10^{21} / 6.0 \times 10^{23} = 0.7 \times 10^{-2} \quad \text{グラムである。}$$

従ってDNAの重さは細胞の全重量の $[0.7 \times 10^{-2} / 1] \times 100 = 0.7\%$ となる。

またこのDNA分子を全て一本鎖として並べると、その長さは、

$$6.4 \times 10^9 \times 10^9 / 10 = 6.4 \times 10^{17} \quad \text{巻き分のDNA鎖があるから、}$$

$$6.4 \times 10^{17} \times 3.2 \times 10^{-9} = 20.48 \times 10^8 \quad \text{メートル}$$

すなわち $2.0 \times 10^5 \text{ km}$

6、

塩基3つ1組でアミノ酸が一つ決まるので、どう区切るかの問題で三つの候補がある。

候補1 A/GUC/UAG/GCA/CUG/A 候補2 AG/UCU/AGG/CAC/UGA/

候補3 /AGU/CUA/GGC/ACU/GA

候補1は橙色部分が終止コドンになっているのでそこで終わってしまい不適。候補2は最後のコドンが終止コドンになっている。間違いではないが、問題文中の「大きなタンパク質をコードする mRNA の一部である」にやや合わないことと、候補3に不都合が見つから

なかったので候補3を採用。できるアミノ酸は Ser-Leu-Gly-Thr-Asp/Glu。

7、

(1)

まず野生型、フレームシフト変異体共々アミノ酸を三文字表記に直してみる。

野生型： Asn-Met-Asn-Gly-Lys

フレームシフト： Asn-Met-Ile-Trp-Gln-Ile-Cys-Val-Met-Lys-Asp

それぞれアミノ酸ごとにコドンの候補を考えてみる。見やすくするため縦並びで

野生型： AAU-AUG-AAU-GGU-AAA

AAC AAC GGC AAG

GGA

GGG

フレームシフト： AAU-AUG-AUU-UGG-CAA-AUU-UGU-GUU-AUG-AAA-GAU

AAC AUC CAG AUC UGC GUC AAG GAC

AUA AUA GUA

GUG

諸々の試行錯誤から、このアミノ酸配列をつくるコドンは橙色の塩基で（ダブっているところは任意）、第三塩基部分に最初のAに続いてUが挿入されてしまっていることがわかる。

(2)

(1)で求めたフレームシフト型後半のあり得る塩基配列から（1つずらして）野生型のタンパク質 K 以降の配列を推測する。そのためにひとまず終止コドンがあるものを絞り込む。

野生型： AAU-AUG-AAU-GGC-AAA UUU GUG UUA UGA AAG AU

AAC UCU GCG UCA AGG AC

UAU UAA

UGA

上図の様に、緑色のコドンが終止コドンであるから、可能性として考えられるアミノ酸の数は $263+8=271$ （個） または $263+7=270$ （個） である。

8、

結合タンパク質の組み合わせ	グルコース	ラクトース	Lac オペロンの発現
1	+	+	OFF
2	+	-	OFF
3	-	-	OFF
4	-	+	ON

グルコースがあると CAP は結合しない。ラクトースがあると Lac リプレッサーは結合しない。CAP が結合し、かつ Lac リプレッサーが結合していない時に限り、Lac オペロンは発

現する。

9、

- (1) アスパラギン酸、グルタミン酸
- (2) リシン、アルギニン
- (3) フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン

10、

- (1) G1 → c → e → f → a → d → b → NextG1
- (2) e
- (3) チューブリンタンパク質

微小管は α -チューブリンと β -チューブリンからなる。

(4) 細胞質分裂において、動物細胞は細部膜に溝のようなものができていき外側から分裂するが、植物細胞は二つの核の間付近から初期細胞版が出現し、それが成長してもととの細胞壁と一体化してに分割される。

11、

- (1) 頭部に親水性、尾部に疎水性をもったリン脂質が二重に、尾部を内側に、頭部を外側にした状態で重なり合っている。
- (2) 細胞と細胞内小器官の輪郭を作る。
外部からのシグナルの認識。
特定物質の取り込みや遮断を行う。
細胞と細胞を連結する。

<終わりに>

前半は授業でやらなかった詳しい所を集めてみましたとも言えるようなないようで正直よくわかりません。ものの本で調べればよかったのですがほとんどをネットに頼ってしまったので誤りがあるかもしれません。お上げの問題は”?”をつけておきました。ごめんなさい。それでも後半はダルトンとタンパク質の1文字表記が解読できさえすれば比較的なんとかなりやすそうな気がします。

最後に、クエン酸回路 (TCA 回路) の生成物の覚え方をひとつ。もちろん全然覚えなくていいですよ。

クエン酸急いで蹴っ飛ばし、少し怖くなり踏まれたリンゴさんを置き去りにした

(クエン酸→イソクエン酸→ α -ケトグルタル酸→スクシニル CoA→コハク酸→フマル酸→リンゴ酸→オキサロ酢酸)

途中、都合により言葉使いが馴れ馴れしくなっている箇所がありますがご容赦下さい。

以上でしたー。