

参考：<http://www.rinshoken.or.jp/CB/bunsisemeb-h21.html>

各章をまとめたところでおそらく読む気が起きないだろうから演習問題形式にしました。前もって言うておきますが自作です。利用するかしないかは各自に任せます。

なお、予想問題ではないので、ここに挙げた問題が試験に出るかどうかは知りません。問題のレベルは標準ぐらいのつもりです。(ところどころ簡単ですが・・・)

#### 以下問題 (I～XII)

I 以下の設問の指示に従って答えよ。特に指示がない場合は穴埋めせよ。

- (1) DNA 分子の直径は (A) nm であり、これは動物細胞の大きさの (B) 分の 1 である。
- (2) 酵素活性 (触媒活性) をもつ RNA を挙げよ。
- (3) DNA は壊れにくい二重らせん構造を取るが、これを壊す要因を 2 つ挙げよ。
- (4) ヘモグロビン (四次構造) は (A) 個の  $\alpha$  グロビンサブユニットと (B) 個の  $\beta$  グロビンサブユニットからなる。
- (5) アデノシンのリボースに結合する最初のリン酸基と第 2、第 3 のリン酸基では結合の仕方が異なる。これについて簡潔に説明せよ。
- (6) 脂質は化学構造の上から 6 つに分類できる。このうち膜構造にとって重要なものを挙げよ。また、貯蔵脂質であるものを挙げよ。

II 正誤を判定せよ。

- (1) シトシンの脱アミノ化でウラシルが生じる。
- (2) チミンはプリン塩基である。
- (3) 生体内には L 型アミノ酸しか存在しない。
- (4) アデニンとチミンの間には 3 個の水素結合がある。
- (5) 転写を終止させる (DNA (鋳型鎖) 上の) コドンには TGA、TAG、TAA がある。
- (6) 原核生物には 5 S、16 S、23 S の 3 種類の rRNA がある。
- (7) 真核生物の RNA ポリメラーゼ III は tRNA 合成の役割を担う。
- (8) 真核生物の方が原核生物に比べ mRNA が安定している。
- (9) 真正細菌も真核生物と同様に mRNA は転写後に輸送や修飾などを受けてから翻訳過程に向かう。
- (10) 真核生物では転写が開始される前に、コアクチベータータンパク質がエンハンサゾームに結合している活性化因子とコアプロモーターに結合している基本転写因子 TFIIA に結合し、エンハンサゾームとコアプロモーターを関連付ける。

Ⅲ 以下のアミノ酸のうち次に該当するものを全て選べ。

- (1) 疎水性アミノ酸
- (2) 親水性アミノ酸
- (3) 塩基性アミノ酸
- (4) 酸性アミノ酸

リシン (K)、アルギニン (R)、アスパラギン酸 (D)、グルタミン酸 (E)、アスパラギン (N)、グルタミン (Q)、セリン (S)、スレオニン (T)、ヒスチジン (H)、フェニルアラニン (F)、チロシン (Y)、トリプトファン (W)、アラニン (A)、バリン (V)、ロイシン (L)、イソロイシン (I)、グリシン (G)、プロリン (P)、システイン (C)、メチオニン (M)

Ⅳ 説明にあてはまる最も適切な用語を選択肢から選べ。

- (1) DNA が細胞 (核) のなかでとる高度な折り畳み構造。
- (2) 8つ集まって DNA (146bp) とともにヌクレオソームを構成する。
- (3) DNA 複製が半保存的複製であることを証明した実験。
- (4) 1つの複製開始点から複製される DNA 領域。真核生物で見られる。
- (5) 複製を開始させるタンパク質。
- (6) 岡崎断片同士の間隙を結合する。
- (7) 細胞周期で DNA 複製が正常に行われているかどうかチェックする時期。
- (8) DNA における複製起点。
- (9) DNA 鎖を切断して親鎖にたまるひずみ (ねじれ) を解消し、再結合する。

(a)ハーシー・チェイスの実験 (b)三次構造 (c)四次構造 (d)クロマチン構造  
(e)ヒストン (f)リボソーム (g)プロモーター (h)ターミネーター (i)複製フォーク  
(j)メセルソン＝スタールの実験 (k)パスツールの実験 (l)ユニレプリコン  
(m)マルチレプリコン (n)DNA リカーゼ (o)DNA ジャイレース (トポイソメラーゼ)  
(p)DNA ヘリカーゼ (q)イニシエーター (r)レプリケーター (s)G0期 (t)G1期  
(u)G2期 (v)S期 (w)M期

Ⅴ 以下は真正細菌の転写開始にかかわる DNA 配列である。ただし左が 5'末端とする。  
TAGTGTA {TTGACA} TGATAGAAGCACTCTACTATATTCTCAAT <A> GGTCCACG

- (1) <A> は転写開始点である。これをヒントに {} で囲まれた領域の名前を答えよ。
- (2) 上の配列で Pribnow box にあたる配列として考えられる箇所を () でくくれ。

VI DNAの損傷にはいくつかの種類が考えられる。たとえば、熱や酸によってプリン塩基が脱落し、塩基配列の欠損部分ができしまったり、塩基に脱アミノ（シトシンがウラシルになるなど）が起きて塩基の不对合が起きたりする場合がある。これ以外にどのような損傷があるか。二つ考え、それぞれを簡潔に説明せよ。

VII 説明にあてはまる最も適切な用語を選択肢から選べ。

- (1) リボソームの合成が行われる場所。
- (2) クロロプラスト DNA とそれに対応する独自のリボソームを含む。
- (3) TCA サイクルや脂肪酸化が行われる。
- (4) 光合成色素が位置している。
- (5) F 型 ATP 合成酵素が埋め込まれている。
- (6) 脂質やステロイドの合成に関与する。
- (7) 加水分解酵素の貯蔵庫。
- (8) 細胞外の物質の取り込みなどに関与し、リソソームと結合したりする。
- (9) 分泌タンパク質、膜タンパク質の合成が開始される。
- (10) タンパク質に糖鎖を付加する。

(a)ミトコンドリア外膜 (b)ミトコンドリア内膜 (c)クリステ (d)マトリックス  
(e)膜間部 (f)チラコイド膜 (g)ストロマ (h)核膜 (i)核小体 (j)核小孔 (k)ゴルジ体  
(l)リソゾーム (m)エンドソーム (n)サイトゾル (o)鞭毛 (p)ペルオキシゾーム  
(q)エンドサイトーシス小胞 (r)roughER (s)smoothER (t)細胞膜 (u)細胞壁 (v)液胞

VIII 正誤を判定せよ。

- (1) 微小繊維では F-アクチンの重合体である G-アクチンが主な構成成分となっている。
- (2) アクチンのトレッドミリングでは、+端で GTP に結合したアクチン同士が安定的に重合し、-端で GTP は GDP に加水分解され、脱重合が起きる。
- (3) 微小管のモータータンパク質にはマイナスエンドに向かって動くダイニンとプラスエンドに向かって動くキネシンがある。
- (4) 中間径フィラメントを構成するタンパク質は主に  $\alpha$  - チューブリンと  $\beta$  - チューブリンである。
- (5) アクチン繊維、中間径繊維、微小管の中ではアクチン繊維の直径が一番大きい。
- (6) 筋肉の収縮はアクチン繊維とミオシン繊維が互いに滑りこむことで起きる。
- (7) 核ラミンフィラメントは核膜のすぐ内側にあって核の形を保っている。
- (8) ATP 合成酵素では O (open)、L (loose)、T (tight) の三つの状態が回転しながら入れ替わることで ATP が合成される。
- (9) 三量体 G タンパク質の  $G_{\alpha}$  で GDP と GTP の交換反応がおこり、活性化状態では

GDP と結合している。

(10) EGF がキナーゼ型受容体に結合すると、受容体は二量体を形成してお互いをリン酸化させる。このリン酸化部位を低分子量 G タンパク質 Ras が認識し、結合することでリン酸化酵素のカスケード反応が起きる。

(11) シグナル伝達経路は、1 本道ではなくいろいろと分岐しうる。また、細胞により同じ外界情報から異なるシグナルが入ることがある。

(12) サイクリン - CDK 複合体によって Rb タンパク質はリン酸化され、G1 期から S 期へと細胞周期は移行するが、p53 タンパク質によって Rb タンパク質のリン酸化が阻害され、細胞周期が停止することがある。

(13) 分化はタンパク質合成における鋳型の DNA の段階で変化が起こっている。

(14) 第一減数分裂では2つの染色体上の動原体は反対の位置にあるが、体細胞分裂では同じ方向を向いている。

(15) ヒトのミトコンドリアは全て母親遺伝である。

IX 以下の設問に答えよ。

(1) 以下の場合において酵素反応の初速度がどうなるか (或いはどう変化するか) ミカエリス・メンテンの式をもとに簡潔に説明せよ。

- (i) 反応系に加える酵素の量を一定にし、基質濃度を高くしていった場合。
- (ii) 大変基質の濃度が低い状況で基質濃度を高くしていった場合。
- (iii) 大変基質の濃度が高い状況で酵素の総濃度を高くしていった場合。
- (iv) 基質濃度がミカエリス定数に等しい場合。

(2) 以下の表から最大速度  $V_{max}$ 、とミカエリス定数  $K_m$  を求めよ。なお、表中の  $[S]$  は基質濃度、 $v$  は初速度を表す。

	$1/[S](\text{mM}^{-1})$	$1/v(\text{min}/\mu\text{ mol})$
Tube 1	20	0.40
Tube 2	10	0.25
Tube 3	5.0	0.18
Tube 4	3.3	0.15
Tube 5	2.5	0.14

(3) 酵素反応系では最終産物によってその初期の酵素反応が阻害される場合がある。このことをなんというか。

X 以下の(a)~(i)は酸素呼吸と光合成のエネルギー獲得プロセスについて述べたものである。文(a)~(i)をそれぞれ (i) 酸素呼吸のプロセス、(ii) 光合成のプロセス、又は (iii) いずれにも該当しないプロセスに分け、(i)、(ii) に関しては文を正しい順序に並べなさい。ただし、ここでは細胞呼吸において酸素があるものを酸素呼吸ということにする。

- (a)ピルビン酸から乳酸あるいはアセトアルデヒドを経てエタノールが生成される。このさ  
え NAD<sup>+</sup>が再生される。
  - (b)グルコース 1 分子がピルビン酸 2 分子になる。
  - (c)カルビンサイクルで G3P が生成する。
  - (d)NADH 或いは FADH<sub>2</sub> の中に蓄えられた高エネルギー電子が電子伝達系及び酸化的リン  
酸化の段階で ATP へと変換される。
  - (e)光化学系が特定波長の光を吸収する。
  - (f)水素イオンの勾配が起き、ATP が合成される。
  - (g)カルビンサイクルで二酸化炭素 3 分子が RuBP 3 分子に結合することで 3-PGA を 6 分子  
生成する。
  - (h)アセチル CoA ができる
  - (i)TCA サイクルで二酸化炭素 2 分子、GTP 1 分子などが生成する。
- ※必要であれば(f)を二回しようしてもよい。

XI シグナル伝達の方法にはいくつか種類がある。たとえば、セカンドメッセンジャーによる活性化やタンパク質のリン酸化といった方法がある。(この例として A キナーゼの活性化が挙げられる。) これ以外にどのような方法が考えられるか。また、その方法の具体例を挙げよ。

XII 説明にあてはまる最も適切な用語を選択肢から選べ。

- (1) 脱リン酸化酵素。
- (2) 細胞から分泌された物質が分泌した細胞自身に作用するもの。
- (3) 代謝物質や ATP・ADP などのエフェクターが酵素の活性部位の近辺に結合することで調整を受ける酵素。
- (4) 母性因子。ショウジョウバエの未受精卵では頭側に偏っている。
- (5) 動物、植物、菌類などの発生の調整に関する相同性の高い DNA 塩基配列。
- (6) この一群の遺伝子が発現されることによって後期の胞胚で体節が区画化される。
- (7) 父親由来の染色体と母親由来の染色体が交叉し付着した部分。
- (8) リブローズ 1,5-ビスリン酸が二酸化炭素を取り込み 2 分子のホスホグリセリン酸をつくる反応を触媒する。
- (9) 可動性遺伝因子。
- (10) ユビキチン化されたタンパク質を選択的に運び、分解する。

(a)ホメオボックス (b)ホメオドメイン (c)ホスファターゼ (d)キナーゼ

(e)アロステリック酵素 (f)ビコイド (g)ギャップ遺伝子 (h)ペア・ルール遺伝子

(i)セグメントポラリティー遺伝子 (j)ホメオティック遺伝子 (k)ナノス (l)キアズマ  
(m)姉妹染色分体 (n)相同染色体 (o)オークリン (p)パラクリン (q)エンドクリン  
(r)ミッドボディー (s)キネトコア (t)トランスポゾン (u)ルビスコ (v)プロテアソーム

※ この演習問題を解いただけでは「生命科学」で高得点は取れません。この演習問題を解いてみて「こんなどこかに載っているの？」と思ったところは必ずプリントや教科書を見返してください。載っているはずですが。(あっ、一部載っていないことも出しているか・・・まあ、いいや。)

「生命科学のポイント」及び「自作演習問題の解答」です。

生命科学のポイント：

①プリント

→「先週のまとめ」、「今日覚えてほしいこと」、「ここまでのまとめ」などのまとめ

②教科書

→1章～4章・・・p15 図 1-3、p31 コラム 図 2-2、p36 図 3-2 (Met、終止)、p48 図 3-13、p54 図 4-1、図 4-2、p55 図 4-3、p56 図 4-4、図 4-5、p58 図 4-6,4-7

→5章～・・・p69 図 5-5、p72 図 5-7、p80 図 6-3、p84 図 6-6、p86 図 6-9、p90 図 7-2、p104 図 8-2、p108 図 8-5、p118 図 9-8、p119 図 9-11、p133 図 10-9、p134 図 10-10、p136 図 10-11、p141 図 11-4、p143 図 11-6、p156 図 12-3,12-4、p157 図 12-5

せめてこれらに載っている図や単語だけでも理解しましょう。

演習問題について：主にプリントの内容から出題されています。これらが全く解けない人は上の「生命科学のポイント」をまず押さえましょう。また、ここにある問題はなるべく過去問と被らないようにしましたが、アミノ酸などは重要なので被っています・・・(この演習問題と過去問を合わせれば「生命科学」のほとんどの内容がカバーされるはずです。)

I 模範解答

(1) (A) 2 (B) 5 0 0 0

(2) リボザイム

(3) 熱 (80℃～)、NaOH (強塩基性)

(4) (A) 2 (B) 2

(5) 最初のリン酸基がリン酸エステル結合であるのに対し、第2、第3は無水リン酸結合である。

(6) リン脂質、中性脂肪 (トリアシルグリセロールなど)

出題の狙い：1章に関するプリントや授業をまとめたもの。リボザイムと膜構造は重要。

II 模範解答

(1) ○

(2) × ピリミジン塩基

(3) × L型の一部は酵素によってD型に変換されることがある

(4) × アデニンとチミンは2 グアニンとシトシンが3個

(5) × これは鑄型鎖ではなくセンス鎖上のコドン (鑄型鎖の方は対となる塩基がコドンになることに注意)

(6) ○

(7) ○

(8) ○

(9) × 真正細菌はスプライシングやポリ A 鎖、キャップ構造などの修飾を受けない。

補足：原核生物は mRNA 合成進行中に翻訳が開始され分解も開始されることがある。

(10) × TFIIA ではなく TFIID

出題の狙い：2章～4章をまとめたもの。(3)はややひっかけ。(10)はちょっと難しい？  
DNAの構造(ヌクレオチドなど)、コドン、RNA(mRNA、tRNA、rRNA)、RNAポリメラーゼ(I、II、III)、転写の仕組み、などなど、ここらへんは重要です。

### III 模範解答

(1) A,V,L,I,P,M,F,Y,W

(2) G,S,T,C,D,N,E,Q,K,R,H

(3) K,R,H

(4) D,E

補足：チロシンやスレオニンといった弱極性はどうか。とりあえず芳香族を側鎖に持つ場合は疎水性、炭素数が少ない場合は親水性ということにしておきます。

出題の狙い：1章のアミノ酸に関する問題。重要です。ついでに芳香族、含硫、水酸基などの側鎖も覚えておく必要があります。

### IV 模範解答

(1) d (2) e (3) j (4) m (5) q

(6) n (7) v (8) r (9) o

補足：(9)について、M期は染色体に微小管が正しく結合しているかどうかチェックする時期です。S期と間違わないように。

出題の狙い：2章をまとめたもの。(一部9章の細胞周期も含む)選択肢の「パスツールの実験」、「ハーシー・チェイスの実験」以外は全て知っておきたい単語。(「ハーシー・チェイスの実験」は余力があれば覚えましょう)

### V 模範解答

(1) - 3 5 領域

(2) TAGTGTA {TTGACA} TGATAGAAGCACTCTAC (TATATT) CTCAAT <A>  
GGTCCACG

解説：－10領域とも呼ばれ、6塩基対から構成される。TATAAT に似た配列を探せばいい。なお、TATAAT となる確率は(77%×76%×60%×61%×56%×82%)である。

出題の狙い：3章からの出題。真核生物の配列に関する問題は過去問にあったのでここでは真正細菌のDNA配列の問題を出しました。TATAボックスは重要です。

## VI 模範解答

ピリミジンダイマー、アルキル化、架橋形成など

出題の狙い：4章からの出題。プリントに書いてあったので出してみましたが、この章はリプレッサーの話の方が重要です。(リプレッサーに関する問題は過去問にいくつかあります。)

## VII 模範解答

- (1) i (2) g (3) d (4) f (5) b(f)  
(6) s (7) l (8) m (9) r (10) k

注意：本当はエンドソームには前期と後期の二つがありますが、ここではまとめて一つの選択肢にしてあります。

出題の狙い：5章をまとめたものです。(一部8章からの出題) この章では膜構造や、オルガネラ(細胞内小器官)の機能を把握しておくことが重要です。

## VIII 模範解答

- (1) × G-アクチン、F-アクチンがそれぞれ逆  
(2) × GTP を利用するのは微小管、アクチンは ATP  
(3) ○  
(4) × 微小管の説明、中間径フィラメントを構成するのはケラチンなど  
(5) × 直径は微小管(25nm) > 中間径フィラメント(10nm) > アクチン繊維(7nm)  
(6) ○  
(7) ○  
(8) ○ ちなみに、これはプリントにも教科書にも多分載っていません  
(9) × 活性化状態は GDP ではなく GTP  
(10) × 認識するのはモジュール(SH2)で、これが Ras を活性化することでカスケード反応が起こる  
(11) ○

(12) ○

(13) × 転写された mRNA の段階

補足：塩基配列自体はすべて同じだが塩基の修飾やヒストンコードなどが異なる。

(14) × 逆、同じ方向を向いているのは第一減数分裂

(15) ○

出題の狙い：6章、8章～12章をまとめたものです。6章は細胞骨格繊維（アクチン繊維、微小管、中間径フィラメント）、8章はATP合成酵素、9章はサイクリン-CDKと癌抑制タンパク質（p53、Rb）、10章はキナーゼ型受容体とGタンパク質共役型受容体、11章はホメオティック遺伝子と誘導作用、12章は減数分裂の仕組みがそれぞれ重要です。

#### IX 模範解答

(1) (i) 初速度は初め増加するがやがて飽和して一定値  $V_{max}$  以上にはならない。

(ii) 初速度は基質濃度に比例する一次反応領域を示す。

(iii) 初速度は酵素の濃度に比例して大きくなる。（基質濃度とは零次反応）

(iv) 初速度は最大速度の半分になる。

(2)  $V_{max}=10\mu\text{mol}/\text{min}$   $K_m=0.15\text{mM}$

(3) フィードバック阻害

出題の狙い：7章のミカエリス・メンテンの式をまとめたものです。式は重要なので覚えましょう。（式さえ知っていれば後は大丈夫？）

#### X 模範解答

(i)  $b \rightarrow h \rightarrow i \rightarrow d (\rightarrow f)$

(ii)  $e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow c$

(iii) a

出題の狙い：8章をまとめたもの。まずはエネルギー獲得の流れを覚えましょう。余力があればどの段階でどれだけATPが生成されるかなどを覚えましょう。

#### XI 模範解答

GTP結合タンパク質の変身（アデニル酸シクラーゼの活性化）、

切断による活性化（カスパーゼによるアポトーシス）

出題の狙い：10章からの出題。これよりもキナーゼ型受容体とGタンパク質共役型受容

体の話の方が重要です。

## XII 模範解答

- (1) c (2) o (3) e (4) f (5) a  
(6) i (7) l (8) u (9) t (10) v

出題の狙い：5章以降に登場する単語をいくつかピックアップしたもの。ここにある単語は余力があれば覚えましょう。