練習問題

用語

問1

次のa～mの用語に最もよく合致するものを，下の1～13から選びなさい。

a　形質転換
b　バクテリオファージ
c　ピリミジン
d　デオキシリボース
e　水素結合
f　相補的な塩基
g　複製起点
h　岡崎フラグメント
i　プリン
j　トポイソメラーゼ
k　半保存的複製
l　ラギング鎖
m　テロメア

1　複製中，不連続に合成された鎖
2　DNAのヌクレオチド単位中の糖
3　2つの環からできた窒素を含む塩基
4　二重らせんの2本の鎖を結びつける非共有結合
5　メセルソンとスタールの実験
6　グリフィスの実験
7　真核生物の染色体の末端の構造
8　水素結合を介して対を形成する2つの塩基
9　1つの環でできた窒素を含む塩基
10　二重らせんの複製開始のためにほどかれている短い塩基配列
11　細菌に感染するウイルス
12　一本鎖の不連続な複製中の短いDNA断片
13　DNAの超らせんを制御している酵素

6.1

問2

グリフィスは1928年の実験で，細菌株は遺伝的に形質転換されうることを証明した。DNAがこの現象の原因となる“形質転換因子”であることはその後に証明された。では，滑らかなS型細胞から粗いR型細胞への遺伝的な変化は，DNAが原因であることを証明するために，アベリー，マクラウド，マッカーティーが行った重要な実験は何か？

問3

細菌の形質転換中，細胞に入るDNAは無傷の染色体ではなく，ランダムに生成した断片からなる。形質転換で，供与体のDNAがa^+，b^+，c^+，受容体はa^-，b^-，c^-であった細菌株の場合，a^+になった細胞の55％もc^+に形質転換されたばかりでなく，a^+細胞の2％はb^+であった。遺伝子のbまたはcのどちらが遺伝子のaに近いか？

問4

タンパク中では，硫黄に比べて窒素と炭素の含有量がより多い。子ファージの生産に，タンパクとDNAのどちらが必要であるかを調べる実験がある。細菌のタンパクを標識づけするのに，ハーシーとチェイスはなぜ窒素や炭素ではなく，放射性のある硫黄を使用したのか？

6.2

問5

同じように精製されたヒトDNA二重らせん溶液を含む3本の試験管があるとする。試験管1では，DNAの糖とリン酸の間の（リン酸ジエステル）結合を切断する試薬と反応させた。試験管2では，DNAの塩基と糖の間の結合を切断する試薬と反応させた。試験管3では，DNAの水素結合を切断する試薬と反応させた。反応後，3本の試験管中の分子の構造はどのように違うか？

問6

X線結晶回折のデータから，DNA構造に関するどのような情報が得られるか？

問7

ヒトのDNAの塩基の30％がAならば，(a) Cは何％か？(b) Tは何％か？(c) Gは何％か？

問8

次のどれが実際のDNA二重らせんとして正しいか？

a　A＋C＝T＋G　　**b**　A＋G＝C＋T
c　A＋T＝G＋C　　**d**　A/C＝C/T
e　A/G＝T/C　　**f**　(C＋A)／(G＋T)＝1

問9

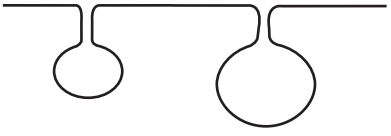
遺伝物質であるDNAをもつある特別なウイルスは，ヌクレオチドを次のような割合でもつ。Aが20％，Tが35％，Gが25％，Cが20％である。この結果はどのように説明できるか？

問10

DNA二重らせんを高温にさらすと，二本鎖は離れ，分子はらせん構造を失う。これを，DNAが変性したという（変性はDNAを酸やアルカリ溶液にさらしたときにも起こる）。

a　DNA中でA–T塩基対を多く含む領域は，DNA溶液の温度を上げると，最初に変性する。DNA分子の化学構造から考えると，なぜA–T塩基対が多い領域が最初に変性するのか？

b　温度を下げると，DNA鎖はもとどおりに巻き戻り，すなわち再生する。全体が二重らせんの分子に加えて，ここに示した型のいくつかの分子が電子顕微鏡下で観察される。この構造についてどのように説明できるか？



問11

嚢胞性線維症の原因である，ヒトの遺伝子のDNA鎖1本のある部分は，次のようである。

5′.....ATAGCAGAGCACCATTCTG.....3′

方向性に気をつけて，この遺伝子のもう一方のDNA鎖の，これに相当する領域の配列を書きなさい。また，与えられた配列の前後の点は何を示しているか？

6.3

問12

DNAの基本的な構造は非常に簡単で，たった4個の基本単位からなる。

a　このように単純な構造のDNAが，どのようにして複雑な遺伝情報をもつことができるのだろうか？

b　これらの構成単位は何か？ それらの構成単位をさらに細別してより小さい単位にすることができるか，もしできるのならば何になるか？ 構成単位を結びつける化学結合の種類は何か？

c　RNAの基本的な構造は，DNAの構造とどう違うか？

問13

植物細胞に感染するRNAウイルスには，植物細胞に侵入後，コピーされてDNA分子になるものがある。ここに示すウイルスのRNAの部分と相補的な最初のDNA鎖の塩基配列は何か？

5′ CCCUUGGAACUACAAAGCCGAGAUUAA 3′

問14

細菌の形質転換やバクテリオファージを標識した実験により，細菌やDNAをもつファージにおいてDNAが遺伝物質であることが立証された。いくつかのファージは，DNAではなくファージ粒子にRNAをもっている。タバコに感染し，葉に傷害を起こすタバコモザイクウイルス（TMV）はその一例である。ファージ粒子中で識別可能な特定のタンパク変異をもつ，TMVの2つの変異体が存在する。精製されたタンパクとRNAを混ぜ合わせることにより，*in vitro*（試験管中）でTMVを再構成することは可能である。再構成されたウイルスは，それから宿主の植物細胞に感染させ，ファージの子孫をつくり出ことができる。RNAがTMVの中で遺伝物質として機能することを示す実験を立案しなさい。

問15

p.162～164では，制限酵素がDNAの長い分子中にある短いヌクレオチド配列をどのように認識し，その部位でDNAを切断することができるかを検討している。ある長いDNA分子中に，A，C，G，Tが等しい割合でランダムに出てくる配列では，次の制限酵素によって認識される配列が2つ連続して発生するための平均間隔（ヌクレオチドの数で）はいくらか？

a　*Eco*RI　（5′ .....GAATTC..... 3′）

b　*Bam*HI　（5′ .....GGATCC..... 3′）

c　*Hae*Ⅲ　（5′ .....GGCC..... 3′）

6.4

問16

メセルソンとスタールの密度勾配の実験（p.166，図6.16に示した）において，それぞれ次の状況で予想される結果を示しなさい。

a　^{14}Nで2周期DNAを合成した後の保存的複製

b　^{14}Nで3周期DNAを合成した後の半保存的複製

c　^{14}Nで3周期DNAを合成した後の分散的複製

d　^{14}Nで3周期DNAを合成した後の保存的複製

問17

メセルソンとスタールは，大腸菌を^{15}N培地で何世代も育て，それから^{14}N培地に移して1世代育てた。彼らは，密度勾配遠心分離したあとに，細菌のDNAは^{15}N DNAと^{14}N DNAの間の中間の密度でバンドになるのを見つけた。細菌をさらに1回^{14}N培地で複製させると，DNAの半分は中間の密度にあり，もう半分は^{15}Nを含まない^{14}N DNAとして観察された。もう1世代^{14}N培地で育てたあと，どのように観察さ

れるか？ また，さらにもう2世代培養するとどうなるか？

問18

ヒトの組織培養の細胞（例えば，HeLa細胞）がS期に入ったとき，^{3}H–チミジンをとりこませ，次にこれを細胞から洗い流す。染色体がみられる2回目のS期に入る前に観察すると，^{3}Hは1対の相同染色体上にどのように分布すると考えられるか？ ただし，この結果に影響するような組換えの作用は無視しなさい。また，放射性は，(a) 1つの相同染色体の1つの染色分体 (b) 1つの相同染色体の両方の染色分体 (c) 両方の相同染色体それぞれの1つの染色分体 (d) 両方の相同染色体の両方の染色分体 (e) 他の様式になるだろうか？ 正しい答えを選び，理由を説明しなさい（この問題は，p.181，解答つき練習問題の問題3に関連する）。

問19

二方向性の複製フォークを描き，複製起点，リーディング鎖とラギング鎖，図に示されるすべての鎖の5′と3′末端に名称をつけなさい。

問20

図6.17（p.167）に示すように，DNAポリメラーゼは，ヌクレオシド三リン酸（3個のリン酸基がデオキシリボースの5′炭素に結合したヌクレオチド）中のリン酸基間の高エネルギー結合を切断する。新しいヌクレオチドを結合させて鎖を伸長するときに，このエネルギーをジエステル結合の形成に使う。

a　DNA鎖が複製中，5′から3′の方向に伸長する理由を説明しなさい。

b　岡崎フラグメントを結合するDNAリガーゼのはたらきは，図6.18（p.168）に示されている。これらの断片は，RNAプライマーが除去されたあとにだけ結合される。この情報のもとに，この種類の化学結合の形成はDNAリガーゼによって触媒され，この反応を促進させるのにエネルギー源が必要かどうかを推論しなさい。また，DNAポリメラーゼでなく，DNAリガーゼが岡崎フラグメントを結合するのに必要な理由を説明しなさい。

問21

DNA複製が始まるある領域の一方のDNA鎖の塩基をここに示す。塩基と相補的に合成されるプライマーの配列は何か？（配列の5′と3′末端も示しなさい）。

5′ AGGCCTCGAATTCGTATAGCTTTCAGAAA 3′

問22

複製中のDNAの構造を電子顕微鏡で観察することができる。複製されている領域は，バブルとして現れる。

a　二方向性の複製を仮定すると，このDNA分子中にはいくつの複製起点が活動中であるか？

b　いくつの複製フォークが存在するか？

c　すべての複製フォークは同じ速度で移動すると仮定すると，どの複製起点が最後に開始されたか？



問23

DNA複製で，次のそれぞれの役割を明らかにしなさい。

a　トポイソメラーゼ　　**b**　ヘリカーゼ

c　プライマーゼ　　**d**　リガーゼ

問24

二重らせんの直鎖状染色体の末端で起こる複製を図示しなさい。プライマーとともにリーディング鎖とラギング鎖を示しなさい（5′と3′末端も示しなさい）。また，染色体の端で，DNA鎖のコピーをつくるとき，どんな難しさがあるだろうか？

問25

図6.14（p.165）には，DNA二重らせん構造からどのようにDNA複製を説明するかについてのワトソンとクリックの初期の提案が図示されている。現在の知識にもとづくと，この図は単純化しすぎたために重大な間違いを含む。この図の問題を指摘しなさい。

問26

動物ウイルスSV40が環状のDNA染色体を複製する間，2つの新しい娘二重らせんが絡み合うのが発見されている。2つの環状DNAを離すには，何が起こる必要があるか？

問27

第9章で説明するように，DNA合成装置は，どんな配列でさえ短いDNA一本鎖を合成するための，自動的化した有機合成を行う装置である。次の3種類のDNA分子を合成するために装置を使用した。

（DNA1）　5′ CTACTACGGATCGGG 3′

（DNA2）　5′ CCAGTCCCGATCCGT 3′

（DNA3）　5′ AGTAGCCAGTGGGGAAAAACCCCACTGG 3′

DNA分子を単独，またはDNAポリメラーゼが機能する溶液にDNAポリメラーゼ，dATP，dCTP，dGTP，dTTP

を含む試験管の組合せに加えた。それぞれの反応試験管中で，DNAポリメラーゼは新しいDNA分子を合成するかどうかを示しなさい。もしそうなら，そのときのDNAの配列を書きなさい。

a　DNA1 ＋ DNA3
b　DNA2 ＋ DNA3
c　DNA1 ＋ DNA2
d　DNA3のみ

6.5

問28

2種類のλファージを細菌細胞に同時に感染させた。一方はc^+対立遺伝子をもち，もう一方はc対立遺伝子をもっていた。細胞が溶菌したのちに，子ファージを回収した。こうした1個の子ファージを新たな細菌細胞に感染させたところ，その子ファージのいくらかはc^+であり，その他はcであるという稀な例が観察された。この結果を説明しなさい。

問29

*recA*遺伝子の変異対立遺伝子をもった（ナル変異すなわち機能しない変異）大腸菌株には，どんな性質がみられるだろうか？

問30

酵母の2つの株を交配したとしよう。一方は遺伝子型*ABC*で，もう一方は*abc*である。これらの文字はこの順序に並んだ比較的近接して連鎖している遺伝子を示している。この交配から得られた多数の四分子を調べたところ，予想される2つの*B*と2つの*b*の胞子を含まない2組が見つかった。四分子Ⅰでは，胞子は*ABC*，*ABC*，*aBc*，*abc*であり，四分子Ⅱでは，胞子は*ABC*，*Abc*，*abC*，*abc*であった。この異常な四分子はどうしてできたと考えられるか？

問31

酵母では，遺伝子変換の領域の両側の遺伝マーカーの組換えがあってもなくても同じ頻度で遺伝子変換が起こる。どうしてそうなるのか？

問32

$e^+f^+g^+$と$e^-f^-g^-$のアカパンカビの株間の交配で，これらの連鎖した遺伝子間の組換えから，次のような順序に並んだ胞子をもつ八分子（オクタド）が得られた。

$$
\begin{array}{lll}
e^+ & f^+ & g^+ \\
e^+ & f^+ & g^+ \\
e^+ & f^- & g^+ \\
e^+ & f^- & g^+ \\
e^- & f^- & g^- \\
e^- & f^- & g^- \\
e^- & f^- & g^- \\
e^- & f^- & g^-
\end{array}
$$

a　どこで組換えが始まったか？
b　どこで解離の切断が起こったか？
c　どうして$2f^+ : 6f^-$になり，$4e^+ : 4e^-$にはならなかったか？

問33

DNAフィンガープリントは，第11章で説明する手法であるが，2つの異なるDNA試料が，同一の個体に由来したかどうかを示すことができる。1つのDNAフィンガープリントの方法は，マイクロサテライトと呼ばれる染色体領域によるもので，そこには短い塩基配列（例えばCACACAなど）の多数の繰り返しが存在している。繰り返しの数は，集団中の個体間で非常に変化に富んでいる。この変化は組換えによるものと示唆されている。二本鎖切断モデルと一本鎖の侵入を使い，どのようにしてマイクロサテライトで組換え中に繰り返し配列の獲得と喪失が起こったかを説明しなさい。