

# 生 物

I

解答

問 1. (1) 1—③ 2—⑤ (2)—② (3)—⑨ (4)—④

問 2. (1)—② (2)—③

問 3. (1)—③ (2)—② (3)—② (4)—③ (5)—④

## 解 説

《核酸，ニーレンバーグやコラーナらの実験，PCR 法》

問 1. (2) b・e. 誤文。細胞内の RNA は mRNA だけでなく，tRNA，rRNA とともに DNA を鋳型にして転写され合成されている。なお，核小体は rRNA が合成される場所である。

d. 誤文。原核細胞は真核細胞同様，DNA から転写された mRNA が翻訳されるため，リボソーム上には tRNA に結合したアミノ酸が運ばれてくる。

(3) a. 誤文。「デオキシ」とは「酸素がない」という意味であるため，「デオキシリボース」は「リボース」より酸素が少ないことを意味する。したがって，酸素が 1 分子少ないのはリボースではなく，デオキシリボースの方である。

b. 誤文。デオキシリボースでは 2' の炭素に結合する構造が  $-H$  であり，リボースでは 2' の炭素に結合する構造が  $-OH$  であるため，両者で異なっているのは 2' の炭素に結合する構造であり，3' の炭素に結合する構造ではない。

d. 誤文。DNA の塩基は AGCT であり，RNA の塩基は AGCU であるため，DNA に U（ウラシル）は含まれない。

問 2. (1) 構成比 1 では  $U : G = 5 : 1$  より，U と G からなるコドンとその存在比，およびコドンが指定するアミノ酸は以下のようになる。

コドン	存在比	コドンが指定するアミノ酸
UUU	$5 \times 5 \times 5 = 125$	フェニルアラニン
UUG	$5 \times 5 \times 1 = 25$	ロイシン
UGU	$5 \times 1 \times 5 = 25$	システイン
UGG	$5 \times 1 \times 1 = 5$	トリプトファン
GUU	$1 \times 5 \times 5 = 25$	バリン
GUG	$1 \times 5 \times 1 = 5$	バリン
GGU	$1 \times 1 \times 5 = 5$	グリシン
GGG	$1 \times 1 \times 1 = 1$	グリシン

また、表1の構成比1にはフェニルアラニン、ロイシン、トリプトファンが記載されているため、アミノ酸Ⅰ、Ⅱ、Ⅲはシステイン、バリン、グリシンのいずれかになる。ここで

$$\text{フェニルアラニン} : \text{アミノ酸Ⅰ} = 1 : 0.20 = 125 : 25$$

より、アミノ酸Ⅰはシステイン（存在比25）とわかるので、同様に考えると

$$\text{フェニルアラニン} : \text{アミノ酸Ⅱ} = 1 : 0.048 = 125 : 6$$

$$\text{フェニルアラニン} : \text{アミノ酸Ⅲ} = 1 : 0.24 = 125 : 30$$

となり、アミノ酸Ⅱはグリシン（存在比5+1）、アミノ酸Ⅲはバリン（存在比25+5）となる。

(2) 構成比2ではU:A=x:1より、UとAからなるコドンとコドンが指定するアミノ酸は以下のようなになる。

コドン	コドンが指定するアミノ酸
UUU	フェニルアラニン
UUA	ロイシン
UAU	チロシン
UAA	終止コドン（指定するアミノ酸なし）
AUU	イソロイシン
AUA	イソロイシン
AAU	アスパラギン
AAA	リシン

次に、表1の構成比2のうち、フェニルアラニン：チロシン=1：0.33

に注目すると

$$UUU : UAU = 1 : 0.33 \div 3 : 1$$

よって、 $U : A = x : 1$  より  $x = 3$

**問3.** (3) 一般的な PCR 法では DNA プライマーが使用され、生体内の DNA の複製ではプライマーゼという酵素が合成する RNA プライマーが使用される。

(4) 図1を使って考えるとよい。図1には3サイクルまでの図が描かれている。3サイクル後では $2^3 = 8$ 分子のDNA断片が増幅されているため、10サイクル後には $2^{10} = 1024$ 分子のDNA断片が増幅されていることになる。目的の領域のみからなるDNA断片が3サイクル後にはじめて2分子できているが、目的の領域のみからなるDNA断片以外の断片について考えると、図1より、1サイクル後に2分子、2サイクル後に4分子、3サイクル後に6分子できているので、4サイクル後は、8分子できることになる。したがって、1サイクルごとに2分子ずつ増えているので、10サイクル後は20分子になっているはずである。したがって、10サイクル後の1024分子のうち、20分子は目的の領域のみからなるDNA断片以外になるので、問われている目的の領域のみからなるDNA断片は $2^{10} - 20 = 1004$ 分子となる。

(5) ④誤文。ヒトのABO式血液型は赤血球上の凝集原と血しょう中の凝集素による抗原抗体反応で調べることができるため、一般的にPCR法は使用しない。

## II

解答

(1) — ③ (2) — ① (3) — ⑤

(4) 16 — ⑤ 17 — ② 18 — ⑦

(5) — ④ (6) — ②

## 解説

### 《ヒトの血液成分とはたらき》

(2) 一般的に教科書等に記載されているヒトの血液データは血液 $1\text{mm}^3$ 中の値である。

(4) ①誤文。病原体感染細胞のもつ物質を認識して直接攻撃を行うのはヘルパーT細胞ではなく、キラーT細胞である。

③誤文。病原体を認識した樹状細胞はヘルパーT細胞やキラーT細胞を

活性化する。

④誤文。B細胞が抗体をつくるのは、キラー T 細胞による刺激ではなく、ヘルパー T 細胞による刺激である。

⑥誤文。NK 細胞は弱毒化または無毒化した病原体であるワクチンを排除するのではなく、がん化した細胞や、病原体に感染した細胞を認識して排除する。

### III 解答 (1)―③ (2)―① (3)―④ (4)―②

#### 解説

##### 《タンパク質の構造》

(3) ジスルフィド結合 S-S は、免疫グロブリンなどでみられる。タンパク質の四次構造は複数のポリペプチドからなる立体構造であり、免疫グロブリンは L 鎖と H 鎖が 2 本ずつの合計 4 本のポリペプチドが S-S 結合でつながり、Y 字型の立体構造を形成する。

### IV 解答 問 1. (1)―② (2)―③ (3)―⑤ (4)―① 問 2. (1)―① (2)30―② 31―⑤

(3)32―④ 33―④ (4)34―② 35―③ (5)―②

#### 解説

##### 《減数分裂，ヒトの配偶子形成とウニの受精》

問 1. (1) 図 1 では各相同染色体（黒色の染色体と白色の染色体）が対合して二価染色体ができており、リード文に「1つの平面上に並んでい」とあるので、これらの染色体は赤道面に並んでいると考えられる。したがって減数分裂の第一分裂中期となる。

(2) 減数分裂の第一分裂では、相同染色体が分離する。そのため、第一分裂完了後、P の染色体が含まれている細胞には、その染色体の相同染色体となる黒色の染色体ウは分離しているため含まれない。

(3) 減数分裂の第二分裂では染色体は縦裂面から分離する。つまり、P とイが分離して別々の細胞に入ることになる。

(4) 両親の遺伝子型から、図 1 に示された個体の遺伝子型は Gg であるとわかる。したがって、黒色の染色体 q の遺伝子座に G があるならば、a

にも  $G$  があり，相同染色体である白色の染色体  $b$ ， $c$  には  $g$  が存在する。

**問 2.** (1) 胚の発生初期に，始原生殖細胞が卵巣原基に移動して卵原細胞となるため，図 2 でカの過程は卵巣外で行われる。なお，ヒトの卵形成過程では一次卵母細胞が減数分裂の第一分裂前期で休止し（図 2 のク），排卵直前に減数分裂の第二分裂中期（二次卵母細胞・図 2 の a）まで進行し（図 2 のケ），この状態で排卵される（＝卵巣から出る）。そのため，図 2 の a から b，c ができる過程も卵巣外で行われる。

(4) ヒトの精子は減数分裂が完了しているので，その時の DNA 量を 10 とするならば，それぞれの DNA 量は，図 2 を下から順にさかのぼって考えると，卵（図 2 の c）10，第二極体（図 2 の b）10，二次卵母細胞（図 2 の a）20，第一極体 20，一次卵母細胞 40 となる。