

## 令和3年度入学者選抜試験問題（前期日程）

### 生物〔解答例と正解〕

#### 問題1

1) (解答例)

植物細胞は葉緑体と細胞壁をもつが、動物細胞にはない。また、植物細胞では動物細胞に比べ液胞が発達している。(動物細胞は中心体をもつが、被子植物細胞にはない。)

2) (解答例)

高張液に入れた場合には、細胞内の水が出るため細胞が縮む。低張液に入れた場合には、細胞内に水が入り細胞が膨れるが、さらに水が入ると細胞膜が破れる。

3) (解答例)

高張液に入れた場合には、細胞内の水が出るため細胞が縮み、さらに水が出ると細胞壁と細胞膜が離れる原形質分離がおこる。低張液に入れた場合には、細胞内に水が入り細胞が膨れ、細胞壁を押しやる圧力である膨圧が生じる。一方、引き伸ばされた細胞壁では元に戻ろうとする圧力が生じて吸水を妨げる。浸透圧と膨圧が等しくなることで細胞は一定の形を保つ。

4) (解答例)

タンパク質の一次構造を形成するためのアミノ酸の種類数は20種類であり、アミノ酸のアミノ基とカルボキシ基がペプチド結合することによって、タンパク質の一次構造が形成される。

5) (解答例)

$\alpha$ ヘリックス構造や $\beta$ シート構造によって二次構造が形成される。次にタンパク質固有の立体構造である三次構造が形成される。さらに、三次構造をもったものの複合体である四次構造が形成される場合がある。タンパク質の立体構造を形成する過程をフォールディングという。その過程でフォールディングを助け、正しい立体構造のタンパク質を形成させるタンパク質をシャペロンという。

#### 問題2

1) (解答例)

生物界全体を通して、遺伝暗号は保存されているため、オワンクラゲから得られた蛍光タンパク質を進化的に遠く離れた大腸菌やカイコで発現させても同じアミノ酸配列を持った蛍光タンパク質が合成される。

2) 解答例)

塩基の置換によって異なるコドンに変化するため対応するアミノ酸が変化する場合と、終止コドンに変化することによって短いタンパク質が合成される場合があり、一次構造が変化する。挿入や欠失によって読み枠がずれるとアミノ酸配列は全く異なる配列となるため、一次構造が大きく変化する。ただし、連続して挿入や欠失する塩基の数が3の倍数である場合は

読み枠のずれは生じないため、一次構造の変化は小さい。

3) 解答例)

まずRNAのプライマーが合成され、その3' 端からDNAポリメラーゼが鋳型に相補的なDNAを伸長する。複製は2本鎖DNAをDNAヘリカーゼが巻き戻しながら進行するので、DNAポリメラーゼが巻き戻しと同じ方向にDNA合成を行い、リーディング鎖を合成する。鋳型の2本鎖のDNAは互いに逆向きであり、DNAポリメラーゼは5' から3' の方向にしかDNAを合成することができないため、巻き戻しの進行とは逆向きに岡崎フラグメントと呼ばれる短いDNAを合成することでラギング鎖を合成する。

4) 『倍数』 (正解) 3 2 倍

『理由』 (解答例)

PCR法では1サイクルで目的のDNAが2倍に増えるため、異なるサンプルで同じ増幅量に到達するのに5サイクルの差があったということは元のサンプル中に含まれた目的DNAの分子数が $2^5$ 倍異なっていたと考えられる。

### 問題3

1) (解答例)

カエル

卵黄の分布：多量の卵黄が植物極側に偏って分布する。

分裂のしかた：1回目は動物極と植物極を結ぶ面で、2回目は動物極と植物極を結び、1回目と直行する面で、3回目は動物極に偏った水平な面でそれぞれ卵割が起こる。

胞胚の構造：胚の中央から動物極側に偏った位置に胞胚腔が生じ、植物極側には卵黄が多く存在する。

ショウジョウバエ

卵黄の分布：多量の卵黄が中心部に分布する。

分裂のしかた：1回目から3回目までいずれも核だけが胚の中心部で分裂する。

胞胚の構造：胚の表面に一層の細胞が並んで存在する。

2) (解答例)

動物極側の精子進入点から精子が卵細胞に進入すると、表層の細胞質が約 $30^\circ$  回転する表層回転が起こり、精子進入点の反対側の動物半球に灰色三日月環を生じる。植物極側に局在していたディシェベルドは表層回転によって灰色三日月環部位に移動して $\beta$ カテニンの分解を阻害することで卵内に $\beta$ カテニンの濃度勾配を形成する。その後 $\beta$ カテニンが核に移動して背側の形成に関与する遺伝子の発現を引き起こす。

3) 解答例)

原口背唇部は原腸形成とともに胚の内部へ移動してそれ自身は中胚葉域の一部となると同時に、隣接する外胚葉域を神経組織へ誘導するという形成体としてのはたらきをもつ。

4) (解答例)

母性効果遺伝子の発現によって前後軸に沿ったタンパク質の濃度勾配が形成される。そのタンパク質によってギャップ遺伝子群の発現が、ギャップ遺伝子群によってペアルール遺伝子群の発現が、ペアルール遺伝子群によってセグメントポラリティー遺伝子群の発現がそれぞれ調節されることで体節の区分が決定される。