

平成 31 年度広島大学理学部

生物科学科

第 3 年次編入学試験学力検査問題

筆記試験（生物）（3 問）

平成 30 年 7 月 6 日

自 9 時 00 分

至 11 時 00 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、計 3 問、総ページは、表紙を入れて 7 ページある。
- 2 解答用紙は、3 枚（表面）ある。解答はすべて問題番号と同じ番号の解答用紙の所定の解答欄（表面）に記入すること。
- 3 下書き用紙は、各受験者に 1 枚ある。
- 4 受験番号は、すべての解答用紙（1 箇所）、下書き用紙（1 箇所）の所定の欄に必ず記入すること。
- 5 配付した解答用紙、下書き用紙は持ち出さないこと。

[問題 I] タンパク質に関する以下の文章を読み、問 1～問 7 に答えよ。

タンパク質は、アミノ酸が (①) でつながった生体分子である。自然界に存在するタンパク質によくみられるアミノ酸は (②) 種類あり、これらのアミノ酸は標準アミノ酸とよばれる。(③) を除く標準アミノ酸は、 α 炭素に 1 級アミノ基、カルボキシ基、水素原子、側鎖が結合した構造をもっている。アミノ酸は、側鎖の性質により非極性アミノ酸、極性アミノ酸、(a)酸性アミノ酸、(b)塩基性アミノ酸に分けられる。ヒトは、標準アミノ酸のうち (④) 種を他のアミノ酸あるいは中間代謝物から合成することができるが、それ以外のアミノ酸は食事により摂取しなければならない。生体でタンパク質は多様な機能を果たしており、(c)構造的な役割のほか、輸送、生体防御、化学反応の促進などにかかわっている。タンパク質には標準アミノ酸とは異なる構造をもつアミノ酸が含まれている場合がある。その例としては、(d)ヒストンに含まれるアセチルリシンやグルタチオンペルオキシダーゼに含まれるセレノシステインがある。

問 1 文中の空欄①～④にあてはまる最も適切な語句あるいは数字を答えよ。

問 2 下線部(a)に該当するアミノ酸を二つ答えよ。

問 3 下線部(b)に分類されるアミノ酸の一つとしてリシンがある。リシン側鎖の構造は $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ で、その pK_a は 10.8 である。pH=7.0 におけるリシン全体の構造式をイオン化状態を含めて示せ。

問 4 下線部(c)の構造的な役割をもつタンパク質を二つ答えよ。

問 5 下線部(d)のアセチルリシンおよびセレノシステインは、それぞれどのような機構でタンパク質に導入されるか。簡潔に説明せよ。

問 6 β -ラクトグロブリンの分子量を、ゲル濾過クロマトグラフィーと Sodium dodecyl sulfate-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) で分析した。前者および後者の分析で得られた分子量は、それぞれ 36,000 および 18,000 であった。二つの分析方法で異なる分子量が得られた理由を簡潔に説明せよ。

問7 β -ラクトグロブリン 1 mg を含む 10 mL の水溶液がある。 β -ラクトグロブリンの分子量を 18,000 として、 β -ラクトグロブリンのモル濃度を求めよ。計算過程も示すこと。

〔問題 II〕生物の進化に関する以下の文章を読み、問1～問6に答えよ。

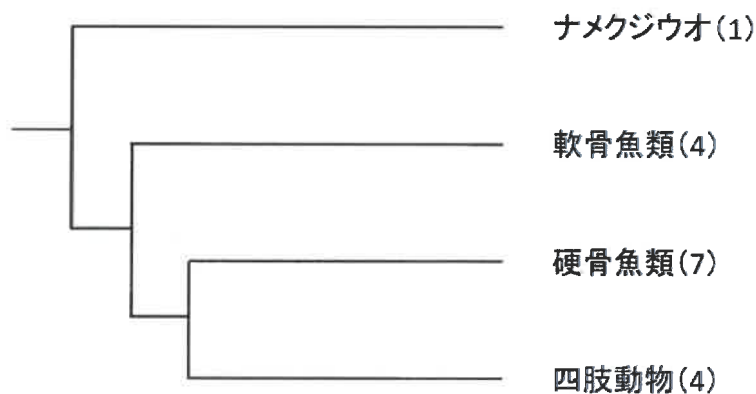
ビーグル号に乗って世界一周の航海へ出かけたダーウィンは、南米の(①) 諸島で、ダーウィンフィンチとして知られる鳥を観察して、島ごとにくちばしの形態に特徴的な変異があることに気づいた。そして、それぞれは同一の(②) をもち、個々の島の環境に応じて、くちばしの形態に変化が生じたと考えようになった。その後、帰国してウォレスとともに有名な進化の原理「(③)」を論文として、1858年に発表した。その翌年、著名な書籍「(④)」を出版し、その中で進化が事実であるさまざまな証拠を示し、科学や社会に大きな影響を与えた。

実際に進化の過程を推測する方法として、どのようなものがあるだろうか。例えば、現生の生物どうしの形態を比較することがあげられる。脊椎動物の胚を比べると、その形態は、発生の初期段階ではとても似ているが、その後、それぞれに限定される特徴が徐々に現れる。ドイツの生物学者であるヘッケルは、このことに注目し、(⑤) 発生は(⑥) 発生を繰り返すという(a)仮説を唱えた。全ての脊椎動物は共通の(②) をもち、発生過程の変化により個々のグループに特徴的な形態を進化させてきたことが考えられる。

発生の初期には共通しているが、成体になると失われる構造がある。脊椎動物の初期胚には、えら様の構造が存在する。しかしながら、成体になってもえらがあるのは、水中で生活する魚類と(⑦) の一部だけで、陸上で生活するように進化した (b)羊膜類では見られない。

最近の比較ゲノムなどによる研究から、(c)遺伝子重複による進化が重要であることが再認識されている。その顕著な例として、(d)Hox 遺伝子クラスターが知られている。遺伝子重複は、一つの遺伝子だけで起こるのではなく、染色体の広い領域や染色体全体でも生じる。このような大規模な重複によって複数のHox 遺伝子クラスターをもつ生物が現れたと考えられている。さまざまな動物でこのクラスターの数を調べると、その数が異なっていることがわかった。多くの脊椎動物は、4つのクラスターをもっている。しかしながら魚類のうち、(e)硬骨魚類の多くは7つのクラスターをもっている。さらに最近の研究で、ナメクジウオなどの(⑧) では一つしかもたないことがわかった。これらのことから、Hox 遺伝子クラスターは、(⑧) から脊椎動物に進化する過程で2回重複して4つになったと考えられている。

- 問1 文中の空欄①～⑧にあてはまる最も適切な語句を答えよ。
- 問2 下線部 (a) の仮説の名称を答えよ。
- 問3 下線部 (b) に含まれる動物の目より上位の分類名を三つあげよ。また、羊膜とは何か説明せよ。
- 問4 下線部 (c) について、遺伝子重複が起こるしくみについて説明せよ。また、遺伝子重複後に一方の遺伝子に突然変異がおこったとすると、変異した遺伝子の機能にはどのような変化がおこると考えられるか。二つあげよ。
- 問5 下線部 (d) の Hox 遺伝子の構造と機能を、簡潔に説明せよ。
- 問6 下線部 (e) の硬骨魚類において Hox 遺伝子クラスターの数が7つになるしくみを、下の図を参考にして説明せよ。



()内の数字は、Hox 遺伝子クラスターの数を示す。

図. 脊索動物の進化と Hox 遺伝子クラスターの数

[問題 III] 植物細胞の構造に関する以下の文章を読み、問1～問5に答えよ。

植物細胞は、その表面が^(a)セルロース、ヘミセルロース、ペクチン、(①)などを主成分とする細胞壁で取り囲まれている。フェノール化合物である(①)は藻類やコケ植物の細胞壁には含まれていないが、維管束植物の木部組織には大量に存在し、維管束の形成や植物体を強固にすることに役立っている。

細胞の内部はさまざまな膜で区画化され、核、葉緑体、ミトコンドリアなど、さまざまな細胞内小器官が機能の分業を行っている。^(b)ゲノム中に含まれる遺伝子のほとんどは核に存在する。核の内部にある核小体では(②) RNA が転写され、細胞質中で(②)の構築がさかんに行われる。(②)ではメッセンジャーRNA の情報をもとにタンパク質の合成が行われる。この過程を(③)とよぶ。小胞体は核膜とつながった多岐にわたる機能をもつ内膜系であり、その構造から粗面小胞体と滑面小胞体に分けられる。粗面小胞体の表面に点在する(②)で合成された分泌性タンパク質は輸送小胞によって、へん平な袋状の膜が重なった構造の(④)に運ばれ、細胞の内外のさまざまな輸送先に応じて修飾される。滑面小胞体は脂質合成や(⑤)イオンの貯蔵と放出などを行う。動物細胞の(⑥)は内部の加水分解酵素を細胞自身の不要になった有機物や古くなった細胞内小器官を再利用する(⑦)とよばれる過程を行うために利用されているが、植物細胞では主に(⑧)が(⑦)の機能を担っている。成熟した植物細胞では(⑧)が細胞内の体積の大部分を占めており、細胞の成長にも大きな役割を占めている。

^(c)植物細胞が分裂する際には核分裂、細胞質分裂ともに、動物細胞とは異なる特徴がある。陸上植物のうち、被子植物では細胞内に中心体は存在しないが、^(d)一部の陸上植物では、特定の組織で中心体をもつ細胞がみられる。

問1 文中の空欄①～⑧にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)について、セルロースは多数のグルコース分子がグリコシド結合により直鎖状に結合した分子である。

問(1) グルコースの化学式を答えよ。

問(2) セルロースの化学式を答えよ。

問(3) 細胞においてセルロース合成酵素からセルロース微繊維が形成される場所はどこか答えよ。

問 3 下線部(b)について、ある陸上植物の核ゲノム（半数体）の配列の長さから算定される核ゲノム DNA 量は、約 2 pg（ピコグラム）である。しかし、実際に単一の細胞内の DNA の総量を計測したところ、10 pg 以上の量の DNA が検出された。考えられる理由について 50 字以内で説明せよ。

問 4 下線部(c)について、植物細胞の細胞分裂過程を、(ア) を最初にして、順に並べ替え、記号で答えよ。

(ア) 微小管が細胞の表層付近全体に互いに平行に配置する。

(イ) 染色体が赤道面に集まる。

(ウ) 微小管が将来の細胞質分裂面の位置に帯状に配向する。

(エ) 核膜が崩壊する。

(オ) 細胞板が形成される。

(カ) 染色体が両極に移動する。

問 5 下線部(d)について、特定の組織とはどのような組織か答えよ。また、中心体をもつ一部の陸上植物について植物の種名を二つあげよ。