

平成 27 年度

島根大学大学院生物資源科学研究科修士課程（第 1 次）

生物生命科学専攻

入試問題

[専門問題]

注 意

- 1 問題紙は、指示があるまで開いてはならない。
- 2 問題紙 7 ページ、解答用紙 10 枚である。
問題は、日本語問題 6 問（J1～J6）、専門英語問題 5 問（E1～E5）からなる。
指示があってから確認すること。
- 3 全問 11 題の中から 4 問を選択し、解答すること。
- 4 所定の欄に受験番号を記入し、専門英語を選択した場合には、その解答用紙に選択した問題番号（例 E1）を記入すること。
- 5 解答は、解答用紙に清書すること。専門英語問題で、小問に別れている問題を解答する場合は、解答の中に小問番号を適宜明記すること。解答のスペースが足りない場合は、「裏面に続く」と明記し、裏面を使うこと。
- 6 問題紙は、持ち帰ること。

J1

DNAの複製に関する以下の文章を読み、問い(問1～6)に答えよ。

1953年ワトソンとクリックは、⁽¹⁾DNAの複製は、二本鎖DNAのそれぞれを鋳型にして新しい鎖が複製されて、2本の二本鎖DNAができる(方法1)と予想した。この論文を読んだメセルソンとスタールは、複製の方法にはワトソンとクリックの予想以外に、もとの二本鎖DNAを鋳型にして、新しく二本鎖が複製される方法(方法2)と、二本鎖DNAを分断して複製し、再びつなぎ合わせる方法(方法3)が理論的にはあり得ると考えた。メセルソンとスタールは⁽²⁾大腸菌を用いた巧妙な実験によって、方法1が正しいことを証明した。その後、真核生物のDNAの複製も方法1で起こっていることが確かめられた。言うまでもなく、DNA複製はDNAポリメラーゼが中心となって行われる。⁽³⁾この酵素がもつ性質のため、⁽⁴⁾二本鎖DNAのそれぞれの鋳型鎖は異なる横式で複製される。

問1 下線部(1)のような複製方法はもとよばれているか。

問2 どのような実験により、方法1が証明されたのであろうか、下線部(2)の実験内容を説明せよ。必要に応じて図示してもよい。

問3 DNA複製の方向性の観点から、下線部(3)を答えよ。

問4 下線部(4)に関連して、大腸菌DNAが複製される仕組みを説明せよ。必要に応じて図示してもよい。

問5 ロシアのAlexei Olovnikovは、線状のゲノムDNAをもつ真核生物の場合、DNAが複製されるたびにDNAの末端が短縮すると予測した。そのように予測される理由を説明せよ。

問6 問5の予測の後で、「DNA末端の短縮」を回復するためのしくみが、真核細胞に備わっていることが発見された。それはどのようなしくみを説明せよ。

J2

グルコース代謝と ATP 合成に関する次の文章を読み、下記の問い（問1～5）に答えよ。

生物は様々な物質を基質として ATP を合成し、種々の生体反応に利用している。グルコースを基質とした場合、好氣的条件下では、(1)解糖系、クエン酸回路、電子伝達系、ATPase などの種々の経路や酵素が関与して ATP は生産される。解糖系では 1 分子のグルコースに対し、分子の ATP が消費され、分子の ATP が生産されるほか、分子の NADH も生産される。解糖系の最終産物であるピルビン酸は、ピルビン酸脱水酵素によりアセチル CoA に変換されてクエン酸回路へと送られるが、1 分子のピルビン酸がアセチル CoA に変換される際には、同時に分子の NADH も生産される。クエン酸回路ではこのアセチル CoA のアセチル基の持つエネルギーが、GTP や NADH 又は FADH₂ 等の形で捉えられる。電子伝達系では、解糖系からクエン酸回路に至る経路で生産された NADH 及び FADH₂ の持つエネルギーが、(2)プロトンの電気化学的ポテンシャル（プロトン駆動力）に変換される。このプロトン駆動力を利用して ATPase は ATP を生産しているが、1 分子の NADH または FADH₂ が電子伝達系を通じて酸化されることで、NADH からはおよそ分子、FADH₂ からはおよそ分子の ATP が生産されると考えられている。

問1 本文中の空欄（ア～カ）に最も適当な数値を入れよ。

問2 下線部(1)に示す経路や回路が真核細胞において存在している部位をそれぞれ記せ。

問3 下線部(2)が ATP 合成に寄与しているという説を提唱した研究者の名前及びその仮説の名称を記せ。

問4 嫌氣的条件下で酸素以外の電子受容体がない場合、細胞は主として発酵により ATP を生産するようになり、哺乳類の筋細胞では乳酸が蓄積する。発酵と解糖系はピルビン酸が生成するところまでは全く同じ代謝経路をたどり、なおかつ ATP はピルビン酸が生成するまでに生産される。なぜ発酵では、不要とも思える代謝産物である乳酸を生成する必要があるのか。その理由を述べよ。

問5 大腸菌などの原核細胞では、生育する環境の pH がプロトン駆動力に大きな影響を与えると考えられている。その理由を述べよ。

多細胞生物の特徴の一つとして、様々に分化した細胞による「分業体制」が挙げられる。細胞が分化するには、全細胞に共通なゲノム情報の中から⁽¹⁾分化に関連づけて特定の遺伝子群を発現させる必要がある。さらに⁽²⁾胚の特定の部分の細胞に、特定の遺伝子発現を起こさせる必要も生じてくる。分化した細胞は役目を終えると、細胞死機構によって除去される。例えば皮膚最外層の表皮ケラチノサイトでは核が消失し、「垢（あか）」として脱落する。分化した細胞の減少を補給する細胞が幹細胞である。このように、組織には⁽³⁾組織固有の幹細胞があり、組織の細胞数の恒常性を維持している。また細胞死機構が、多細胞生物では、自己を形成する細胞のうちの⁽⁴⁾特定の細胞を自殺させる仕組みとして、高度に発達している。この仕組みに関わる⁽⁵⁾細胞死関連遺伝子の多くは線虫で単離され、それらの相同分子が、ヒトを含む脊椎動物で発見されたという事実から、細胞死機構は単細胞生物から多細胞生物への進化の初期に獲得された共通の仕組みであると考えられている。

問1 下線部(1)の仕組みに関連している遺伝子は、一般に何とよばれているか。また、それらが特定の遺伝子群をまとめて調節するしくみを説明せよ。

問2 下線部(2)のためには、細胞間の相互作用が重要である。胚発生の初期の中胚葉誘導やオーガナイザー域の指定においては、どのようなシグナル分子を介した相互作用が知られているか。両生類を例として説明せよ。

問3 下線部(3)に関連して、幹細胞が分裂する際の特徴について説明せよ。

問4 下線部(4)はアポトーシスとよばれる過程で起こることが多い。アポトーシスに関わる酵素で、システインプロテアーゼをコードしているものは、何とよばれる分子ファミリーか。またアポトーシスにおいて、どのような働きをするか説明せよ。

問5 下線部(5)に関連して、ホルビッツ（ノーベル賞受賞者）らは変異誘発剤 EMS を用いた遺伝学的解析を行った。彼らは、まず貪食に関わる線虫変異体を作成した。この変異体胚では、発生過程で細胞死によって扁平化した細胞を貪食できないため、その扁平な細胞が長期にわたって残る。このような変異体に対して、さらに EMS 処理を行い、2重変異体を作成したものの中から、あるスクリーニングによって、細胞死実行に関わる遺伝子を単離した。どのようなスクリーニングを行ったか、その原理を踏まえて説明せよ。

J4

性比の進化に関する以下の問い（問1～3）に答えよ。

問1 有性生殖をする多くの生物の性比はほぼ1:1に保たれている。いま仮に、性比がメスに偏っており、生物集団全個体がどの異性とも均等に交配（自由交配）できるような集団を想定する。この集団は、やがて性比が1:1で均衡するように進化していくと考えられるが、そのメカニズムを説明せよ。

問2 性比が1:1に均衡している状態は、ジョン・メイナード＝スミスらにより提唱された「進化的に安定な戦略」の良い例である。「進化的に安定な戦略」とはどのような概念か、簡潔に説明せよ。

問3 寄生蜂では、性比が大きくメスに偏ることが知られている。寄生蜂のメスは、昆虫の幼虫などの寄主の体内に複数の卵を産みつける。1個体の寄主に複数のメスが産卵することもふつうである。このような寄生蜂の生活史の特徴に基づいて、性比の偏りの進化要因を簡潔に説明せよ。

J5

動物の組織に関する以下の問い（問1～2）に答えよ。

問1 動物組織を4つに分類して、それぞれを概説せよ。

問2 肝臓の機能単位である肝小葉の構造について組織学的に説明するとともに、肝臓の機能を決定する要因について説明せよ。

J6

系統進化に関する以下の問い（問1～2）に答えよ。

問1 リンネの二名法について説明せよ。

問2 生物分類の基本単位「種」以上の上位階級を順番に列挙せよ。また、自然分類と単系統群について説明せよ。

E1

次の文章を読んで設問に答えよ。

(この部分につきましては、著作権の関係により、公開しません。)

- 問 1. 下線部①の英文を和訳せよ。
- 問 2. 下線部②の英文を和訳せよ。
- 問 3. 下線部③の英文を和訳せよ。
- 問 4. 下線部④の理由を本文に沿って具体的に記せ。

E2

以下の英文をすべて和訳せよ。

(この部分につきましては、著作権の関係により、公開しません。)

E3

以下の英文をすべて和訳せよ。

(この部分につきましては、著作権の関係により、公開しません。)

E4

以下の英文をすべて和訳せよ。

(この部分につきましては、著作権の関係により、公開しません。)

E5

次の文章を読んで設問に答えよ。

(この部分につきましては、著作権の関係により、公開しません。)

問 1. 下線部を和訳せよ。

問 2. 燃料生産性の他、藻類利用にはどんな利点があるか？本文に即して説明せよ。

英語問題出典

E1. Science, Vol. 312: 217-224 (2006).

E2. Molecular Biology of THE CELL 4th edition (2002)

E3. Science, Vol. 345: 142 (2014)

E4. Nature Chemical Biology, Vol. 9: 232-240 (2013)

E5. Nature, Vol.488: 329-335 (2012)