

平成 28 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

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 9 ページ、解答用紙 4 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。指示があつ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 各解答用紙には所定の欄に受験番号と選択した問題番号 (例 J1) を記入すること。
- 5 解答は、解答用紙に清書すること。小問に分かれている問題を解答する場合は、適宜、小問番号を明記すること。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

動物の発生に関する以下の文章を読み、問い（問1～5）に答えよ。

発生過程では遺伝子が順番に発現することで細胞の形態や機能が変化する結果、様々な組織や器官が形成される。その際、ある因子が DNA の特定の塩基配列を認識して DNA に結合することで、特定の遺伝子の発現が増えたり減ったりする。こうした因子の働きを解明する上で、突然変異体の研究がとても有効である。例えば、(1)体の特定の位置に、通常作られるものとは異なった構造が作られる変異体を調べてみたところ、ある遺伝子に異常があるため、体内の位置情報が乱れることがわかった。しかし、突然変異体の原因遺伝子を明らかにするのは容易でないことから、まず(2)特定の遺伝子に着目し、その遺伝子に人為的に変異を起こしてどのような形質が現れるかを調べる「逆遺伝学」と呼ばれる手法が開発され、発生過程を司る遺伝子の機能研究が格段に進むようになった。細胞の分化や増殖は(3)細胞が細胞からの情報、および周辺環境からの情報を受け取ることで始まる。すなわち、情報伝達物質が細胞の表面や細胞質に存在する受容体に結合すると、様々な細胞質因子のリン酸化などを経て情報が伝達され、最終的に遺伝子発現のパターンが変化することで細胞の分化や増殖が起こる。そのため、この一連の情報伝達系に異常が生じると、奇形や機能不全、(4)悪性腫瘍が生じることがある。

問1 下線部(1)のような変異体の例をあげ、どの遺伝子の変異によってどのような異常が起こるのかを説明せよ。

問2 下線(2)に示す手法について、その原理と方法を具体的に説明せよ。

問3 下線部(3)に関連して、細胞から細胞への情報、および周辺環境から細胞への情報に分けて、それぞれ具体例をあげながら情報がどのように受容されるか説明せよ。

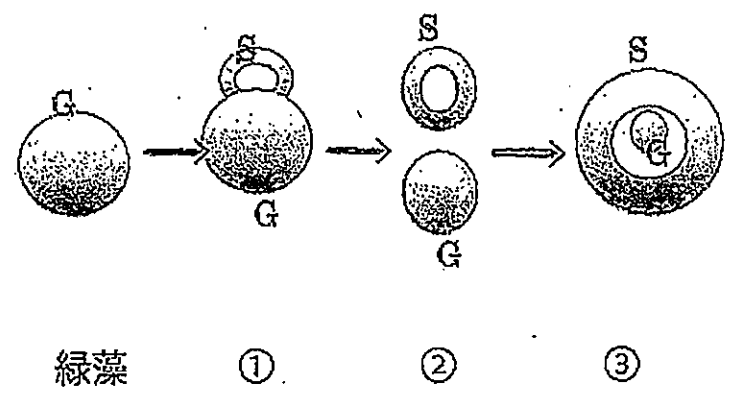
問4 下線部(4)に関連して、情報伝達系の異常と悪性腫瘍の発生との関係を説明せよ。

問5 発生過程の研究によく用いられる生物名を1つあげ、発生過程の研究に適した特性や、長所および短所について説明せよ。

J2

次の文章を読み、問い(問1～2)に答えよ。

有性生殖型植物の生活史(環)において、複相世代の孢子体と単相世代の配偶体が交互につくられることを世代交代という。植物の世代交代の進化過程には下図のように、①孢子体世代の獲得、②生活の主体の配偶体から孢子体への移行、③栄養従属関係の逆転変化および配偶体世代の小型化という進化の流れがみられる。



植物の世代交代の進化仮説図

(G: Gametophyte 配偶体; S: Sporophyte 孢子体)

問1 図1の①～③の各段階を代表する現生の植物分類群の名称を挙げよ。

問2 ①～③の各植物分類群の生活史(環)を、それぞれの孢子体および配偶体の位置関係が分かりやすいように図示するとともに、有性生殖と世代交代の過程を説明せよ。

J3

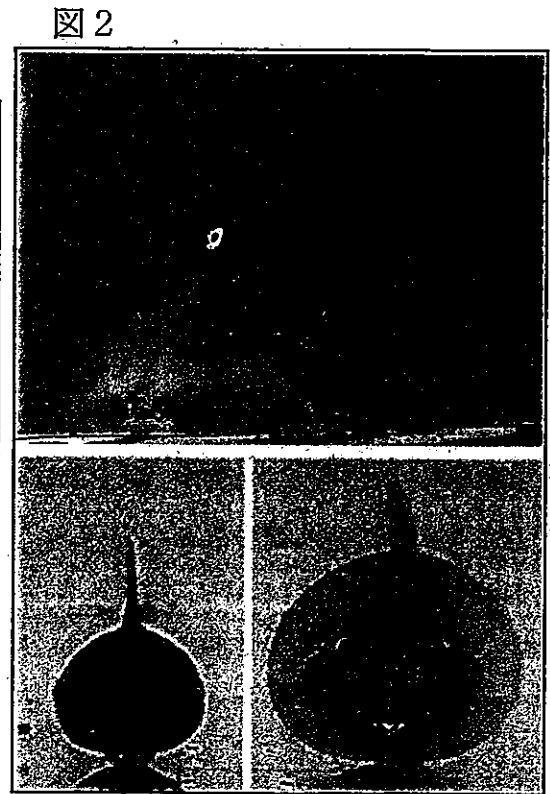
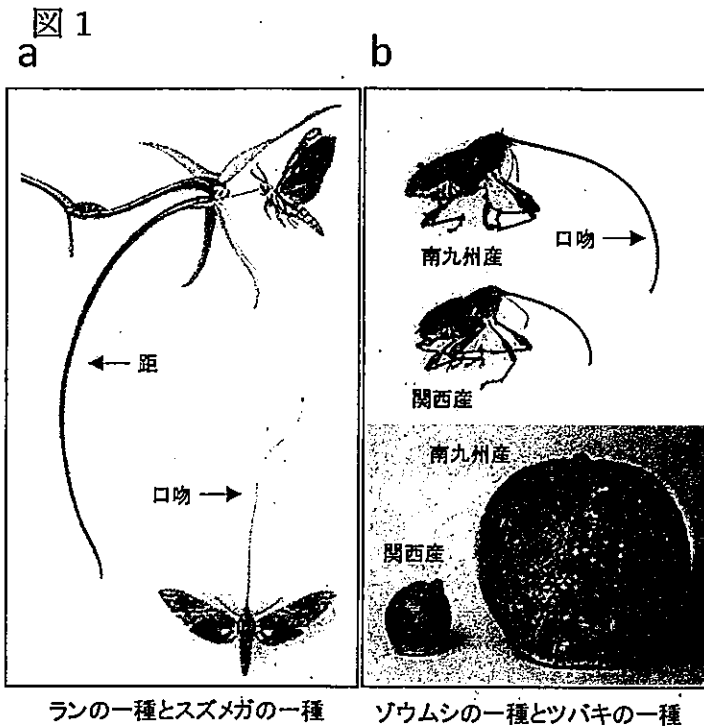
生物種間相互作用に関する以下の問い(問1～3)に答えよ。

問1 生態系には多様な生物が存在するだけでなく、異なる生物種同士の関係も多様である。例えば、スズメガの一種はランの一種の蜜を吸い、ソウムシの一種はツバキの一種の実に穴をあけ産卵するなど、他の生物との関係の中で生きている(図1)。図1のa, bに示す異なる生物種どうしに期待される相互作用の名称をそれぞれ答えよ。また、図1に示した以外の相互作用の名称を一つ挙げよ。

問2 図1の生物たちは、特徴的な形質をもっている。例えば、ランの一種は非常に長い距を

もち、スズメガの一種は非常に長い口吻をもつ (図 1a)。ゾウムシの一種は生息地によっては極端に長い口吻をもち、それと同所的に生息するツバキ個体群は果皮が非常に厚い (図 1b)。なぜ図 1 の生物たちにこのような極端な形質が見られるようになったと思われるか考察せよ。

問3 多くの生物は、環境変化に対して新たな形質を世代内で発現することができ、その能力を表現型可塑性とよぶ。例えば、捕食の危険があるときだけ防御形質を発現する生物がよく知られている。図 2 には、北海道に生息するエゾアカガエルの幼生とそれを餌にするエゾサンショウウオの幼生が示されている。春先の雪解けでできた水たまりにそれぞれの生物種の親たちがほぼ同時期に産卵し、孵化後は変態して陸に上がるまで水たまりで過ごす。その間、サンショウウオ幼生による捕食の危険に応じてカエル幼生は頭を大きく膨らませ、丸呑みされる危険を回避できることが知られている (図 2)。しかし、生まれて間もなく捕食の危険にさらされるのであれば、はじめから常に防御形質をもっていることが得策とも思える。では、なぜこのように常に防御形質をもたないような性質が進化したと考えられるか、考察せよ。



エゾサンショウウオの幼生がエゾアカガエル幼生を丸呑みする様子(上)
 通常のエゾアカガエル幼生(左下)
 サンショウウオ幼生による捕食の危険にさらされた時のエゾアカガエル幼生(右下)

J4

大腸菌における遺伝子発現の制御に関する以下の問い（問1～3）に答えよ。

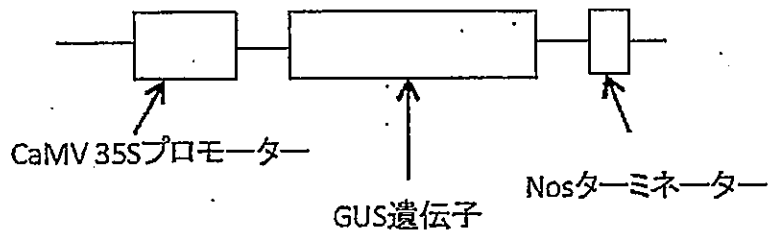
問1 炭素源としてグルコースのみを含む培地中で大腸菌野生株を培養し、その菌数の対数を縦軸にとり、横軸に時間をとって増殖曲線をプロットすると、S字曲線が得られる。一方、炭素源としてグルコースとラクトースを含む培地中で大腸菌野生株を培養すると、増殖曲線は単純なS字曲線とはならない。ではこの時、どのような増殖曲線が得られると考えられるか；縦軸に菌数の対数、横軸に時間をとってグラフを描画し、その特徴について簡潔に述べよ。

問2 ラクトースの代謝に関わる *lac* オペロンの遺伝子構造を下の例にならって図示し、以下の4つの領域を矢印で示せ。

（4つの領域）：

lacZ (β -ガラクトシダーゼ遺伝子)、CAP結合部位、プロモーター、オペレーター

（例）



問3 グルコースとラクトースをつかって、下表に示す炭素源の組み合わせの培地を作成し、大腸菌を培養するとき、大腸菌の *lacZ* の転写活性のレベルはどうなると考えられるか。それぞれ答えよ。また、その理由を *lac* オペロンと相互作用するタンパク質である *lac* リプレッサー、RNAポリメラーゼ、CAPに加えて、グルコース、ラクトース、cAMP という用語を用い、①、②、③それぞれについて説明せよ。

培地	グルコース	ラクトース
①	+	-
②	+	+
③	-	+

J5

ATP 合成に関する次の文章を読み、問い（問1～4）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。基質の酸化に伴い、解糖や TCA 回路において（ア）や（イ）の形で捕捉された電子は、ミトコンドリアの（ウ）に存在する一連の酵素系（複合体 I～IV）の連鎖を経て、最終受容体である（エ）に渡され、（オ）になる。複合体 I～IV の過程は、タンパク質や補酵素間で電子の受け渡しが起こるため（カ）とよばれる。また、複合体 I, III, IV の段階では、ミトコンドリアのマトリックスから膜間スペースに H⁺ が汲み出され、膜を隔てた H⁺ の濃度勾配が発生する。この H⁺ 濃度勾配で生じる電気化学的ポテンシャルを利用して、複合体 V とよばれる（キ）は ADP とリン酸から ATP を合成する。この過程は（ク）と呼ばれ、解糖などで基質のリン酸基の転移反応によって ADP から ATP を合成する（ケ）とは区別される。

問1 本文中の空欄（ア～ケ）に最も適当な語句を答えよ。

問2 下線部が ATP 合成に寄与しているという説を提唱した科学者の名前およびその仮説の名称を示せ。

問3 グルコースを基質とした場合、酸素を利用せず、発酵のみしか行わない生物に比べて、酸素を利用できる生物がより多くのエネルギーを獲得することができる理由を簡単に述べよ。

問4 以下の（1）～（5）の用語から2つを選び、それぞれ1～3行程度で説明せよ。

- （1）吸エルゴン反応
- （2）解糖系
- （3）TCA 回路
- （4）脱共役剤
- （5）パスツール効果

J6

細胞の構造と動物の組織に関する以下の問い（問1～2）に答えよ。

問1 真核生物の細胞と真正細菌の細胞の構造を比較すると、共通な構造と特有な構造があることが分かる。両者間の共通な構造と、特有な構造をそれぞれ挙げ、その内容について説明せよ。

問2 脊椎動物の進化における肝臓の多様性について、肝臓を構成している組織、特に結合組織の多様性の観点から比較動物学的に論ぜよ。

E1

次の文章を読んで下線部の設問に答えよ。計算の過程も示せ。

(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。)

E2

次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

次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

次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(a)について、本文に即して説明しなさい。

問 2. 下線部(b)と(c)を和訳し、文中に記述されている具体的な化合物名をそれぞれ一つ挙げ、その糖鎖の結合様式を答えなさい。

英語問題出典

E1. Biochemical Calculations, Second Edition, Segel, I.H., John Wiley & Sons, New York

E2. Essential Cell Biology, Second Edition, Alberts, B. et al., Garland Science, New York

E3. Organic Chemistry, Second Edition, Clayden, J. et al., Oxford University Press, UK

E4. The Proceedings of the Japan Academy, Series B, Vol. 90: 215-234 (2014)

E5. Color Atlas of Biochemistry, Koolman, J. and Rohm, K.H. Thieme, UK