

## 国際環境工学部 生物

### 【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に9ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

## 第1問 (生物, 配点 100 点)

以下の文章を読んで、問いに答えよ。

生物の生殖様式は大きく分けて 2 つあり、配偶子を介さずに行われる **ア** 生殖と配偶子を介して行われる **イ** 生殖である。**アと同じ** 生殖の方法として、ミドリムシや大腸菌は、からだを 2 つに分かれて新個体となる分裂とよばれる方法で増殖する。ヒドラや一部の酵母は、からだにできた小さな膨らみが成長する **ウ** とよばれる方法で増殖し、ジャガイモやサツマイモは、茎や根から新個体が生じる **エ** とよばれる方法で増殖する。**イと同じ** 生殖では一般に 2 つの配偶子が合体して **オ** 子ができる。動物の配偶子のもとになる細胞は **カ** 細胞とよばれ、生殖巣ができるとそこに移動して **(A) 分裂** を繰り返した後に、卵巣では卵原細胞に、精巣では精原細胞になる。精巣内では精原細胞が **(B) 分裂** を繰り返し、成長して一次精母細胞になる。一次精母細胞はさらに **(C) 分裂** をして二次精母細胞になり、これがさらに **(D) 分裂** をして精細胞になる。精細胞はその後、形を変えて精子になる。① 卵巣内では、卵原細胞から一次卵母細胞や二次卵母細胞をへて、卵が形成される。

卵に近づいた精子が卵に進入し、これらの核が融合するまでの過程を受精という。② ウニでは最初の精子が卵に進入を始めると、それが刺激となって新たな精子の進入が妨げられる。この現象を **キ** という。卵は精子と受精して受精卵になると、**(E) 分裂** を繰り返す。この分裂の様式は動物の種類によって異なり、**ク** の量や分布の影響を受ける。ウニでは **クと同じ** の量が少なく、均等に分布する **ケ** 卵であり、8 細胞期までの分裂は等割である。カエルは **コ** 極側に **クと同じ** が多く分布する **サ** 卵であり、3 回目の分裂から不等割になる。キイロシヨウジョウバエの卵は **クと同じ** が中心部に多く存在していることから **シ** 卵とよばれ、表割による分裂を行う。

キイロシヨウジョウバエの未受精卵には、ピコイド mRNA が局在している。③ この mRNA は発生過程で胚の前後軸の形成に重要な役割を担っており、このような発生過程に影響を及ぼす因子を総称して **ス** 因子とよぶ。受精後にピコイド mRNA は翻訳され、ピコイドタンパク質を合成する。ピコイドタンパク質が調節タンパク質としてはた

らくことで、からだの前後軸に沿った領域ごとに特定の遺伝子のはたらく。その後、体節が形成され、さらに体節には前後軸に沿って決まった器官がつくられる。このような器官の形成には セ 遺伝子とよばれる調節遺伝子がかかわっている。

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。
- (2) 二重下線部 (A), 二重下線部 (B), 二重下線部 (C), 二重下線部 (D), 二重下線部 (E) の分裂において、核相はどのように変化するか、以下の (a) ~ (d) の選択肢の中から記号で答えよ。

(a)  $2n$  から  $2n$       (b)  $n$  から  $n$       (c)  $n$  から  $2n$       (d)  $2n$  から  $n$

- (3) 下線部 ① に関連して、ヒトにおいて 50 個の卵を得るためには、少なくとも何個の一次卵母細胞が必要か答えよ。

- (4) 下線部 ② で、新たな精子の進入が妨げられるしくみについて、以下の用語をすべて用いて説明せよ。

用語： ナトリウムイオン、カルシウムイオン、表層粒、卵黄膜

- (5) 二重下線部 (E) の分裂が通常の体細胞分裂と比べて異なる点を 1 つあげよ。
- (6) 下線部 ③ のピコイド mRNA は卵の前端に局在している。前端に局在するピコイド mRNA は、胚の前後軸の形成にどのように関与しているか説明せよ。
- (7) キイロショウジョウバエの染色体数は、 $2n = 8$  である。減数分裂で乗換えが起こらないとすると、生じる配偶子の染色体の組み合わせは何通りになるか答えよ。なお、解答用紙には解答に至る過程を示す必要はない。

## 第2問 (生物, 配点 100 点)

問1 以下の文章を読んで、問いに答えよ。

生物は、産まれた子の一部しか親になるまで生き延びることができない。各発育段階における個体数や死亡率などを表にして、生存個体数が減少していくようすを示したものを  という。また、相対年齢と生存個体数との関係を示したグラフを  という。図 2.1 は、さまざまな動物の  を 3 つの型に分類し、模式的に示したものである。この型の違いは、それぞれの動物の ① 生態的な特徴 と関係している。

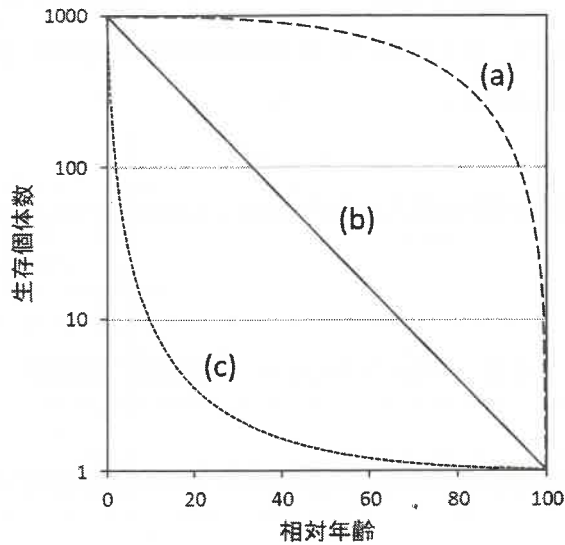


図 2.1

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。
- (2) 図 2.1 の縦軸は対数目盛となっている。図 2.1 の (b) のような、生存個体数の直線的な減少は、何が一定であることを示しているか答えよ。

- (3) 図 2.1 の (a), (b), (c), それぞれに該当する動物を, 以下の動物の中からすべて選べ。  
もし該当する動物がない場合は「なし」と書け。

動物: トカゲ, マイワシ, シジュウカラ, アサリ, ミツバチ

- (4) 下線部 ① について, 図 2.1 の (c) を示す動物は, どのような生態的な特徴があるか,  
簡潔に説明せよ。

- (5) 平均寿命が最大寿命に近いものは, 図 2.1 の (a), (b), (c) のうちどれか。記号で答え  
よ。

- (6) ヒトは図 2.1 の (a), (b), (c) のうち, どの型に近いと考えられるか。記号で答えよ。  
また, その理由を簡潔に説明せよ。

問2 以下の文章を読んで、問いに答えよ。

地球上で最初に出現した光エネルギーを利用する生物は、酸素発生を伴わない光合成を行う原核生物であった。この原核生物は① 二酸化炭素の還元に水を使わないため、酸素を放出することはない。その後、酸素発生を伴う光合成を行う② 原核生物や③ 藻類が誕生し、長期間に渡って水中での進化が続いた。やがて水辺の陸上に進出するものも現れた。古生代のオルドビス紀には原始的な ツ 植物が出現していたと考えられている。ツと同じ 植物は根や葉などの区別がなく、水分や養分を輸送する テ を欠き、ト のうの中で形成された トと同じ で繁殖する。その後、陸上進出に本格的に成功した植物は根や葉などの区別をもつものであり、地中からの水分吸収や、光エネルギーの効率的な利用を可能とする構造を有するようになっていった。古生代の石炭紀になると ナ 植物が巨大化し、森林を形成していった。

しかし、その後の寒冷化や乾燥化のために衰退したのちは、種子で繁殖する種子植物が繁栄した。種子植物は ナと同じ 植物と共に テと同じ 植物とも呼ばれる。種子植物の中で最初に出現したものは、ニ 植物である。ニと同じ 植物は受精後に発達して種子となる胚珠がむき出しである。中生代になると、ニと同じ 植物は ナと同じ 植物に代わって繁栄した。中生代の白亜紀には、胚珠が子房に包まれ、より乾燥に強い ヌ 植物が現れた。ヌと同じ 植物は、現在の地球上で繁栄している。

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句を入れよ。
- (2) 下線部①に関して、この光合成で水のかわりに用いられる物質を1つ答えよ。
- (3) 下線部②の酸素発生を伴う光合成を行う原核生物は何か、答えよ。
- (4) 下線部③に関して、光合成色素に着目すると、植物の祖先は緑藻類やシジクモ藻類と考えられる。その理由を述べよ。

- (5) 受精時に外界の水を必要とする植物を，以下の植物の中からすべて選べ。もし該当する植物がない場合は「なし」と書け。

植物： イネ， サクラ， マツ， ワラビ

### 第3問 (生物, 配点 100 点)

問1 以下の文章を読んで、問いに答えよ。

性免疫では、B 細胞がつくる  とよばれるタンパク質である抗体が、体内に侵入した異物である抗原と抗原抗体反応を起こす。1 種類の抗体は、少なくとも 1 種類の抗原に結合する。また、1 つの B 細胞がつくることのできる抗体は、 種類である。① 抗体は基本的な構造は同じで、全体として Y 字型をしている。抗体の変変部は、対応する抗原に応じて  配列が異なっている。② 変変部をつくることに関係する遺伝子断片は、H 鎖では 3 つ、L 鎖では 2 つのグループに分かれており、各グループから 1 つずつの遺伝子断片が選択されて遺伝子の再編成が起こる。

また免疫には、 性免疫だけでなく、細菌やウイルスに感染した細胞に対してリンパ球が直接攻撃する、 性免疫もある。

- (1) 文章中の空欄に最も適する語句や数字を入れよ。
- (2) 下線部 ① について、抗体の構造を示す模式図を書け。ただし模式図には以下の部位すべてについて、どこにあるかわかるように示すこと。

部位： H 鎖、L 鎖、変変部、定常部、抗原結合部位

- (3) 下線部 ② について、H 鎖の変変部は V グループ、D グループ、J グループの 3 つからなり、V グループが 50 種類、D グループが 30 種類、J グループが 6 種類の遺伝子断片からなるとする。遺伝子の再編成によって作られる 1 本の H 鎖の変変部の組み合わせは何通りあるか、答えよ。なお、解答用紙には解答に至る過程を示す必要はない。



- (4) ヒト免疫不全ウイルス（HIV）が原因で免疫力が低下する疾患を、エイズ（後天性免疫不全症候群）という。HIV が免疫力を低下させるしくみについて、以下の用語をすべて用いて説明せよ。

用語： B 細胞, ヘルパー T 細胞, キラー T 細胞

- (5) 以下の (a) ~ (c) の現象は,  性免疫と,  性免疫のどちらがはたらいているか, それぞれ空欄内の記号 (ハ, ホ) で答えよ。

- (a) ツベルクリン反応で赤く腫れた。  
(b) 移植した臓器で拒絶反応が生じた。  
(c) 花粉症を発症した。

4

問2 DNA 型鑑定とは、DNA によって個体を識別することである。ゲノム中にはマイクロサテライトといわれる、同じ塩基配列がくり返し現れる反復配列がある。このマイクロサテライトの反復回数は、個体ごとに異なる。そのため、マイクロサテライトの反復回数を調べることで、個体の識別が可能となる。

この DNA 型鑑定を使って、親子と考えられるヒトのミイラ 3 体（ミイラ A、ミイラ B、ミイラ C）の鑑定を行った。ミイラ A、ミイラ B、ミイラ C からゲノム DNA を採集し、ある 1 か所のマイクロサテライトの反復回数を調べた。結果を表 3.1 に示す。このマイクロサテライトは相同染色体上にそれぞれ 1 つずつあるため、2 つの異なる反復回数が検出されている。

この結果をもとに、最も可能性が高いと考えられる 3 体のミイラの親子関係を図で示し、なぜそのように考えたのかについて説明せよ。

表 3.1

	調べたマイクロサテライトの反復回数
ミイラ A の ゲノム DNA	8, 10
ミイラ B の ゲノム DNA	6, 10
ミイラ C の ゲノム DNA	8, 13

2023（令和5）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

エネルギー循環化学科 ・ 機械システム工学科  
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

## 問題訂正

科目名：【 生物 】

訂正内容

### 第2問 問1 4ページ (6)

(誤) (6) ヒトは図 2.1 の (a), (b), (c) のうち、どの型に近いと考えられるか。記号で答えよ。また、その理由を簡潔に説明せよ。

↓

(正) (6) ヒトなどの大型の哺乳類は図 2.1 の (a), (b), (c) のうち、どの型に近いと考えられるか。記号で答えよ。また、その理由となる生態的な特徴を簡潔に説明せよ。

### 第3問 問2 9ページ 上から7行目

(誤)・・・反復回数を調べた。結果を表 3.1 に示す。

↓

(正)・・・反復回数を調べた。ゲノム DNA とは染色体の DNA のことである。結果を表 3.1 に示す。