

①薬学部・香川薬学部

②入試区分

公募推薦Ⅱ期

③出題科目

生物基礎・生物

④出題の意図

細胞・膜輸送・遺伝子増幅・血糖調節・生態など、生物学の基礎概念について総合的な理解を評価することを目的としている。単なる用語暗記ではなく、図表や実験結果を読み取り、生命現象を論理的に考察する力を重視している。また、PCR法や糖尿病など、医療・薬学と関連の深い題材を通して、薬学部で必要となる科学的思考力、データ解析力、および生物学的知識の応用力を測ることを意図した出題である。

生物基礎・生物

[I] 細胞小器官と生体膜に関する文章（A～C）を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

文章A 図1は、動物細胞と植物細胞の模式図である。

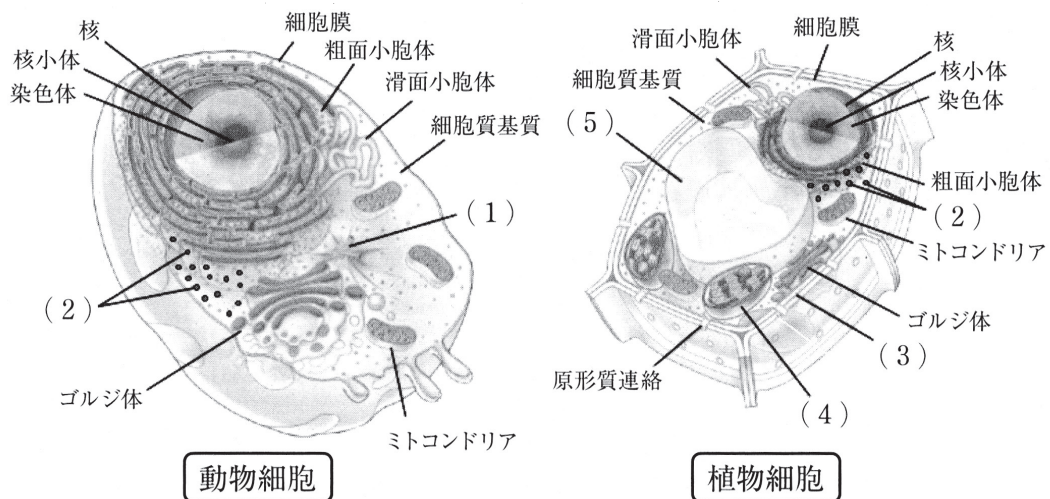


図1

問1 図中の(1)～(5)の細胞小器官の特徴にあてはまるものを、次の(ア)～(オ)からそれぞれ1つずつ選べ。

- (ア) クロロフィルという緑色の光合成色素が含まれ、光エネルギーを吸収する反応が行われている。
- (イ) mRNA の情報を読み取りながら、タンパク質が合成される。
- (ウ) セルロースが主成分であり、丈夫な構造で細胞の形を保持している。
- (エ) 細胞骨格の微小管の形成の起点となる。
- (オ) 細胞の浸透圧の調節に関わる。

文章B 生体膜は **ア** の二重層からできている。**ア** は、脂質の分子の一部にリン酸をもち、リン酸を含む部分は水になじみやすい性質である **イ** 性で、脂質の部分は水になじみにくい性質である **ウ** 性である。**ア** の二重層にタンパク質がモザイク状に埋め込まれており、タンパク質は膜の中を水平に移動したり、回転したりできる。このような生体膜の構造モデルを **エ** モデルという。

細胞は、特定の物質を細胞内に吸収したり、特定の物質を細胞外に放出したりしながら活動している。生体膜がもつ特定の物質のみを透過させる性質を①選択的透過性という。選択的透過性には生体膜のタンパク質が関わる。イオンは **ア** の二重層をほとんど通過できないが、生体膜には、イオン濃度の高い方から低い方へと、特定のイオンのみを選択的に通過させるイオン **オ** というタンパク質がある。また、細胞膜には **カ** という水分子を透過させるタンパク質が埋め込まれており、水分子は **カ** を通って細胞膜を通過する。

細胞膜を通過することができない大きな分子を細胞内に取り込むときは、細胞膜が陥入して②小胞を形成することによって、取り込むことができる。

問2 文章中の空欄 **ア** ～ **カ** にあてはまる最も適当な語句を書け。

問3 下線部①について、エネルギーを利用し、濃度勾配に逆らった物質の輸送を何というか。その名称を書け。

問4 下線部②について、細胞膜の表面に結合した物質を取り込む作用として適当なものを、次の(1)～(6)から1つ選べ。

- | | |
|---------------|---------------|
| (1) エキソサイトーシス | (2) エンドサイトーシス |
| (3) アポトーシス | (4) スプライシング |
| (5) ホメオスタシス | (6) フィードバック |

文章C 生物の共通の祖先は、1個の細胞でできた単細胞生物であったと考えられている。最初の生物は核をもたない原核生物とされ、そこから核をもつ③真核生物へ進化した。真核生物の細胞小器官である④ミトコンドリアは、アーキアに好気性細菌などの別の原核生物が **キ** することで生じたと考えられている。

問5 文章中の空欄 **キ** にあてはまる最も適当な語句を書け。

問6 下線部③について、真核生物を次の(1)～(6)から 2つ 選べ。

- | | |
|--------------|-----------------|
| (1) シアノバクテリア | (2) 大腸菌 |
| (3) 酵母 | (4) インフルエンザウイルス |
| (5) メタン生成菌 | (6) ゾウリムシ |

問7 下線部④について、ミトコンドリアに関する記述として 誤っているもの を、次の(1)～(6)から1つ選べ。

- (1) 細胞呼吸によってATPを合成する。
- (2) 独自のDNAをもち、自ら増殖することができる。
- (3) ピルビン酸は、ミトコンドリアのマトリックスで代謝される。
- (4) 内部には、平たい袋状のチラコイドという構造をもつ。
- (5) 電子伝達系では、グルコース1分子あたり最大34分子のATPが合成される。
- (6) 内膜は、クリステと呼ばれるひだ状の構造を形成している。

[Ⅱ] バイオテクノロジーに関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～9）に答えよ。

文章A PCR法では、目的のDNA、耐熱性の①酵素X、およびプライマーを用いて、温度変化による②DNA合成サイクルを繰り返すことで特定のDNA領域を効率よく増幅できる。PCR法において、プライマーは酵素Xが鋳型DNAの ア を開始するために必要な短い イ 鎖DNAである。一方のプライマーが鋳型DNAの5'末端側に、もう一方のプライマーが相補鎖の3'末端側に結合することを ウ という。

問1 文章中の空欄 ア ～ ウ にあてはまる最も適当な語句を書け。

問2 下線部①について、酵素Xの名称を書け。

問3 下線部②について、次のA～Cの工程の順番として、最も適当なものを、下の(1)～(6)から1つ選べ。

- A：プライマーの結合
- B：酵素Xによる伸長反応
- C：DNAの変性

- (1) A → B → C
- (2) A → C → B
- (3) B → A → C
- (4) B → C → A
- (5) C → B → A
- (6) C → A → B

問4 問3の、A～Cの工程における反応温度の組み合わせとして、最も適当なものを次の(1)～(6)から1つ選べ。

	A プライマーの結合	B 酵素Xによる伸長反応	C DNAの変性
(1)	37℃	55℃	95℃
(2)	37℃	72℃	55℃
(3)	55℃	37℃	95℃
(4)	55℃	72℃	95℃
(5)	72℃	37℃	55℃
(6)	72℃	55℃	95℃

文章 B 染色体の数は生物ごとに決まっている。いちごの野生種は、基本数となる染色体を 2 セットもつ二倍体 ($2n=14$) であった。その後、③染色体を 8 セットもつ八倍体の栽培いちごが開発された。

この栽培いちごの品種鑑別ではヒトの DNA 鑑定と同じように、品種によって遺伝子配列の差異がある DNA の一部分を PCR で増幅させる。

次に、この増幅された DNA 領域に対して制限酵素 *EarI* を作用させると、ある配列を認識して DNA が切断される。栽培いちごのそれぞれの品種が *EarI* の認識配列をもつかどうかは、次の**実験 1**により、下の**パターン①～③**に分類され、それによって品種を識別することができる。

実験 1 栽培いちごの 3 つの品種 **A・B・C** について、PCR 産物を *EarI* で処理し、それぞれ電気泳動した。その結果、品種 **A・B・C** は、**パターン①～③**のどれに分類されるかを調べた。栽培いちごから抽出した DNA 溶液の濃度は、10 ng/ μ L だったが、PCR 反応液において 1.0 ng/ μ L になるように調製した。

パターン①：8 セットすべてに *EarI* の認識配列をもつ染色体が含まれる品種

パターン②：8 セットすべてに *EarI* の認識配列をもつ染色体が含まれない品種

パターン③：8 セットの中に *EarI* の認識配列をもつ染色体が含まれるものと、含まれないものが混在している品種

問 5 下線部③について、八倍体の栽培いちごにおける 1 つの体細胞の核の中にある染色体の数を書け。

問6 図1は、ある栽培いちごの1つの核にある染色体を模式図に表したものであり、点線で囲んでいる部分が基本となる染色体のセットに対応する。また、図1では、PCRで増幅したDNA領域を黒塗り線■で示しており、黒塗り線のうち白い部分■が*Eco*RIで切断される。

図1の品種は、パターン①～③のどれに分類されるか、次の(1)～(3)から1つ選べ。

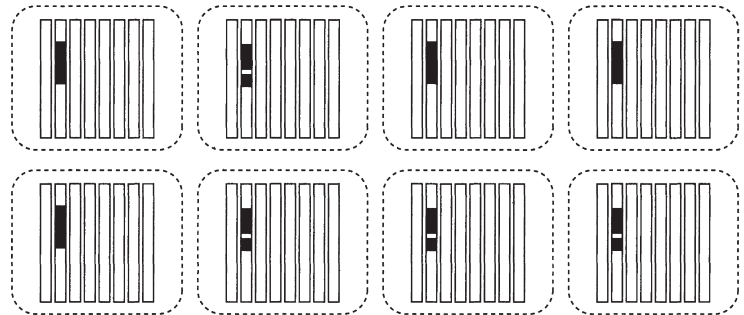


図1 ある栽培いちごの品種パターン

- (1) パターン① (2) パターン② (3) パターン③

問7 PCRに用いる試薬とその量を表1に示している。空欄 **エ** と **オ** にあてはまる数値をそれぞれ書け。

試薬	加える試薬の量
エ 倍に濃縮した (NH ₄) ₂ SO ₄ 緩衝液	2.0 μL
50 mM MgCl ₂ 溶液	2.0 μL
ヌクレオチド溶液	1.6 μL
プライマー溶液	0.4 μL
栽培いちごから抽出した DNA 溶液 (10 ng/μL)	オ μL
酵素Xを含む溶液 (文章Aの酵素Xと同じ)	0.2 μL
滅菌純水	11.8 μL

表1 PCR 反応液

問 8 実験 1 の電気泳動結果を図 2 に示す。栽培いちごの 3 つの品種 A・B・C は、パターン①～③のそれぞれどれに相当するか。その組み合わせとして最も適当なものを、次の(1)～(6)から 1 つ選べ。

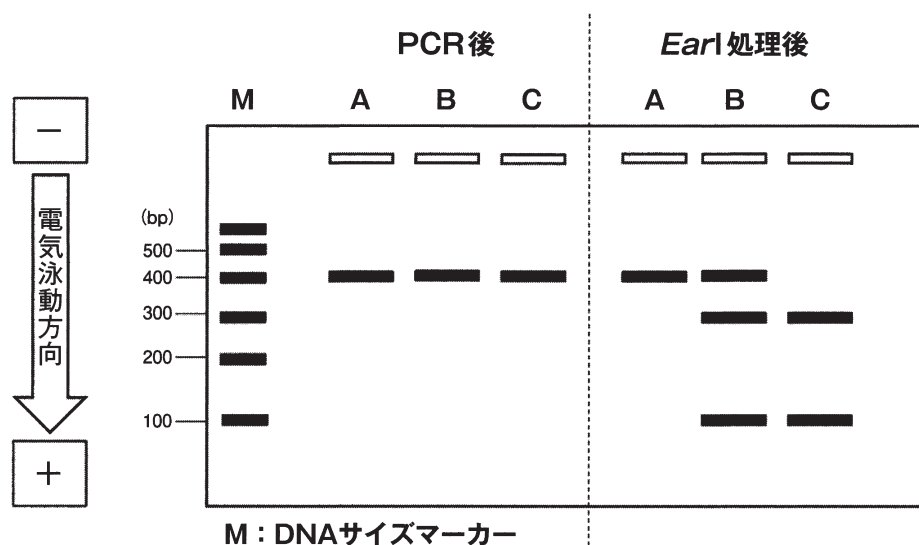


図 2

パターン①：8 セットすべてに *EarI* の認識配列をもつ染色体が含まれる品種

パターン②：8 セットすべてに *EarI* の認識配列をもつ染色体が含まれない品種

パターン③：8 セットの中に *EarI* の認識配列をもつ染色体が含まれるものと、含まれないものが混在している品種

	品種 A	品種 B	品種 C
(1)	パターン①	パターン②	パターン③
(2)	パターン①	パターン③	パターン②
(3)	パターン②	パターン①	パターン③
(4)	パターン②	パターン③	パターン①
(5)	パターン③	パターン①	パターン②
(6)	パターン③	パターン②	パターン①

問9 ある人が、後日、**問8**の結果を再確認しようと同様の実験を行ったところ、電気泳動でいずれのバンドも確認できなかった。その原因として考えられるものを次の(1)～(4)から2つ選べ。

- (1) DNA が反応液中で分解された。
- (2) 制限酵素 *Eco*I の反応温度が不適切だった。
- (3) 制限酵素 *Eco*I が失活していた。
- (4) DNA ポリメラーゼが失活していた。

[Ⅲ] 血糖値の調節に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

文章 A 空腹時など、血糖濃度が低下すると、すい臓のランゲルハンス島のA細胞が血糖濃度の低下を感知し、A細胞から **ホルモン a** が分泌され、血糖濃度が上昇する。また、**ホルモン a** 以外にも、副腎皮質から **ホルモン b** が分泌され、血糖濃度が上昇する。

一方、食事などによって血糖濃度が上昇すると、すい臓のランゲルハンス島のB細胞が血糖濃度の上昇を感知し、B細胞から **ホルモン c** が分泌され、血糖濃度が低下する。

さらに、血糖濃度の調節には自律神経系も関わっており、^①すい臓以外の臓器で血糖濃度の変化が感知され、自律神経を通じて、**ホルモン a** や **ホルモン c** の分泌が調節されている。

問1 ホルモン a、ホルモン b およびホルモン c の名称をそれぞれ書け。

問2 ホルモン a とホルモン b が血糖濃度を上昇させる主なしくみとして最も適当なものを、次の(1)～(5)から、それぞれ1つずつ選べ。

- (1) 腎細尿管細胞でのグルコース再吸収の促進
- (2) 腸管上皮細胞でのグルコースの吸収促進
- (3) 肝細胞でのグリコーゲンからグルコースへの分解促進
- (4) 肝細胞でのタンパク質からグルコースへの糖化促進
- (5) 骨格筋細胞などへのグルコース取り込みの抑制

問3 ホルモンcが血糖濃度を低下させる主なしくみとして最も適当なものを、次の(1)～(5)から2つ選べ。

- (1) 腎細尿管細胞でのグルコース再吸収の抑制
- (2) 腸管上皮細胞でのグルコースの吸収抑制
- (3) 肝細胞でのグルコースからグリコーゲンへの合成促進
- (4) 肝細胞でのグルコースからタンパク質への合成抑制
- (5) 骨格筋細胞などへのグルコース取り込みの促進

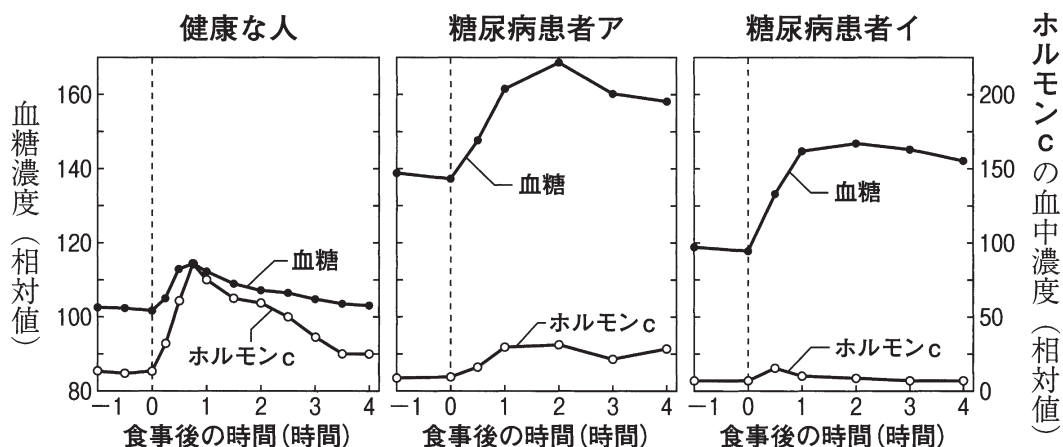
問4 下線部①について、糖濃度の変化を感知し、自律神経に情報を伝える脳の部位の名称を書け。

問5 下線部①について、ホルモンcの分泌を促進させる自律神経の名称を書け。

文章B 糖尿病は、血糖濃度の高い状態が続く病気であり、**ホルモンc**の分泌不全や作用不足によって起こる。その発症のしくみから、自己免疫疾患が関与するI型糖尿病と、生活習慣病であるII型糖尿病の二つに大きく分けられる。II型糖尿病では、I型糖尿病とは別の原因で**ホルモンc**の分泌量が低下したり、あるいは、標的細胞が**ホルモンc**の刺激を受け取れなくなったりする。下図は、健康な人、糖尿病患者ア、および、糖尿病患者イの食事後の血糖濃度と**ホルモンc**の血中濃度の変化であり、糖尿病患者アと糖尿病患者イは、I型糖尿病患者、あるいは、II型糖尿病患者のいずれかである。

また、糖尿病患者アと糖尿病患者イに治療薬として**ホルモンc**を投与したところ、糖尿病患者イの血糖値上昇は改善したが、②糖尿病患者アの血糖値上昇は改善しなかった。

なお、文章Aの**ホルモンc**と文章Bの**ホルモンc**は、同一のホルモンである。



問6 下線部②について、糖尿病患者アの血糖値上昇が改善しなかった理由と考えられる文章を、文章Bから25字程度で抜き出して書け。

問7 健康な人に比べて糖尿病患者イでは、食事後のホルモンcの上昇がほとんどみられない理由を、40字程度で説明せよ。

[Ⅳ] 生態と環境に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（問1～7）に答えよ。

文章A 個体群密度の変化によって，個体の形態や行動が大きく変化する現象を **ア** という。低密度の時に出現する型を **イ**，高密度のときに出現する型を **ウ** という。

問1 文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** にあてはまる最も適当な語句を，次の（1）～（9）からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | |
|------------|---------|----------|
| （1）相変異 | （2）種間競争 | （3）遺伝的変異 |
| （4）極相 | （5）孤独相 | （6）一様分布 |
| （7）キーストーン種 | （8）集中分布 | （9）群生相 |

問2 表1にトノサマバツタの成育環境と成育特徴を示す。表の空欄 **A** ～ **F** にあてはまる最も適当な語句を書け。

	環境	
密度	低密度	高密度
移動性	低い	高い
産卵数	A	B
発育速度	C	D
後肢腿節	E	F

表1 成育環境と成育特徴

文章 B 個体群内で生まれた個体が成長するにつれて、どれだけ生き残るかを示した表を生命表といい、その生命表をグラフにしたものが生存曲線である。生存曲線は種によって、大きく異なり、**図 1** に示される 3 つの型に区分される。

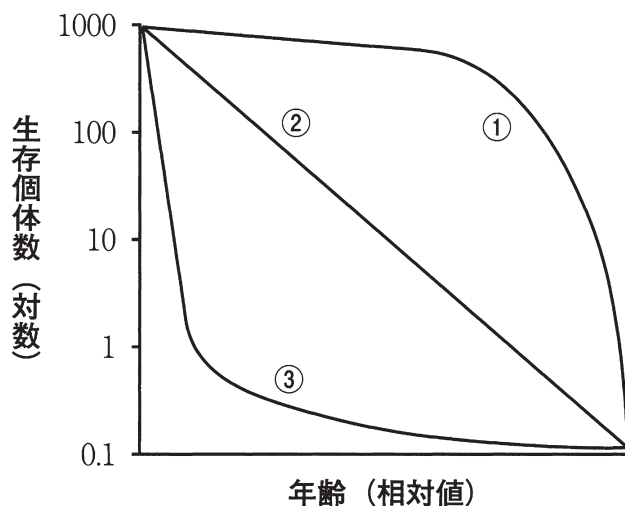


図 1 生存曲線

問 3 次の生物 **a** ～ **e** に対応する生存曲線を **図 1** の①～③から、それぞれ 1 つずつ選べ。

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| a マンボウ | b ヒヨドリ | c ミツバチ |
| d トカゲ | e アサリ | |

問 4 **図 1** の曲線②の生存個体数が 10 となる年齢で産卵を 1 回のみ行うとき、次世代でも個体群の大きさを維持するために必要となる雌 1 個体あたりの最小産卵数を書け。ただし、雄雌の個体は同数存在する。

問 5 **図 1** の生存曲線③に関して、個体数が変動しやすい理由を 25 字程度で説明せよ。

問6 個体数を調査するとき、調べたい生物の生活のしかたに合わせた方法があり、魚類では標識再捕法が用いられる。このとき、次の3つの条件を満たす必要がある。空欄 に入る最も適当な語句を書け。

- 1) 標識を付けた個体の行動が、標識のない個体と変わらないこと。
- 2) 最初の捕獲と再捕獲は同じ方法、同じ時間、同じ場所で行うこと。
- 3) 調査期間中は、調査池で が起こらないこと。

問7 問6の条件下で、ある池で投網を使ってフナを100個体捕獲し、そのすべてに標識をつけてその場で放流した。3日後、同じ投網を使って120個体のフナを捕獲したところ、15個体に標識が認められた。この池の容積が 160 m^3 であるとき、この池におけるフナの個体群密度を単位も含めて書け。

[Ⅰ]

問1

- (1) (エ) (2) (イ) (3) (ウ) (4) (ア) (5) (オ)

問2

- ア：リン脂質 イ：親水 ウ：疎水 エ：流動モザイク オ：チャネル
カ：アクアポリン または 水チャネル

問3 能動輸送

問4 (2)

問5 キ：細胞内共生 または 共生

問6 (3), (6)

問7 (4)

[Ⅱ]

問1

- ア：複製 イ：1本 ウ：アニーリング

問2 DNAポリメラーゼ

問3 (6)

問4 (4)

問5 56本 ($2n=14$, $n=7$, $7 \times 8 = 56$ 本)

問6 (3)

問7

- エ：10 オ：2.0

問8 (4)

問9 (1), (4)

[Ⅲ]

問1

- ホルモンa：グルカゴン
ホルモンb：糖質コルチコイド or コルチゾール
ホルモンc：インスリン

問2

- ホルモンa：(3)
ホルモンb：(4)

問3 (3), (5)

問4 視床下部

問5 副交感神経

問6 標的細胞がホルモンcの刺激を受け取れなくなったりする。(27文字)

問7 免疫異常によりホルモンc分泌細胞が破壊され、ホルモンcが分泌されなくなった。

[Ⅳ]

問1

- ア：(1) イ：(5) ウ：(9)

問2

- A：多い B：少ない C：遅い D：速い E：長い
F：短い

問3

a : ③

b : ②

c : ①

d : ②

e : ③

問4 雄5匹, 雌5匹である。総数1000を確保するためには, $1000 \div 5 = 200$ 個以上

問5 産卵数が多いが, 親の保護がないので捕獲や捕食される。(25文字)

問6 「新たな移出・移入」または, 「新たな出生や死亡」

問7

正解: 全体数 = $100 \times 120 \div 15 = 800$ 個体

個体群密度 (個体数/ m^3) = $800 \div 160 = 5$ 個体/ m^3