

①薬学部・香川薬学部

② 入試区分

公募推薦Ⅰ期

③ 出題科目

生物基礎・生物

④ 出題の意図

生物基礎・生物で学ぶ「生命現象の理解」を、知識の暗記だけでなく論理的思考力と読解力を含めて評価することを目的としている。生命の起源、タンパク質、免疫、遺伝子発現、発生といった分野について、基本用語や仕組みの理解に加え、図表や実験結果を読み取り、因果関係を考察する力を確認する。また、医療・生命科学分野につながる内容を通じて、薬学部で必要となる科学的理解力や応用力を測ることを意図している。

生物基礎・生物

[I] 生命の起源およびタンパク質に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

文章A 地球上で最初に出現した生物は、原核生物であると考えられている。その当時の地球は嫌気的な環境であり、最初の生命は酸素を用いない代謝を行い、エネルギーを得ていたと考えられている。このような嫌気的な環境において生息しえる生物として、①発酵によって酸素を用いずに炭水化物を分解する細菌や、光合成を行う光合成細菌、化学合成を行う化学合成細菌があげられる。水を分解して酸素を発生する酸素発生型光合成を最初に行ったのは、約27億年前に出現した **ア** という原核生物だと考えられている。**ア** は、水や光エネルギー、**イ** を利用して光合成を行い、酸素を放出する。**ア** の痕跡は、**ウ** という層状構造をもった岩石から発見された。

問1 文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** にあてはまる最も適切な語句を書け。

問2 下線部①について、グルコース1分子から乳酸発酵でつくられるATPは何分子か。

問3 真核生物の細胞小器官の中には、**ア** が細胞内共生することで生じたと考えられているものがある。その細胞小器官の名称を書け。

文章 B タンパク質は、ヒトではおよそ 10 万種類あるといわれ、生体内の様々な場面ではたらいっている。呼吸や光合成をはじめとする代謝に関わる酵素はタンパク質であり、動物の結合組織などの構造を保つ **エ**，筋肉の収縮に関わる構成成分のアクチンや **オ**，血糖濃度を低下させるホルモンである **カ** などタンパク質である。

②タンパク質は、鎖状につながった多数のアミノ酸で構成されている。タンパク質を構成するアミノ酸は、一般に **A** 種類あり、1つの炭素原子にアミノ基、**キ** 基、水素原子が結合した構造に、さまざまな構造をもつ③側鎖が結合したものである。2個以上のアミノ酸が結合した分子を **ク** といい、アミノ酸の **キ** 基とアミノ基が結合したものを **ク** 結合という。

問 4 文章中の空欄 **エ** ～ **ク** にあてはまる最も適当な語句を書け。

問 5 **A** にあてはまる最も適当な数字を書け。

問 6 下線部②について、タンパク質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) 胃酸によりタンパク質の立体構造が壊れることがある。
- (2) 加熱によりタンパク質の性質が変わることがある。
- (3) 変性したタンパク質は、水になじみにくく、凝集体をつくりやすくなる。
- (4) タンパク質が折りたたまれるときに、シャペロンが作用することがある。
- (5) ジスルフィド結合は、タンパク質の立体構造を不安定にする。
- (6) タンパク質の二次構造には、 α ヘリックス構造や β シート構造がある。

問7 下線部③について、アミノ酸の側鎖に関する記述として最も適切なものを、次の(1)～(5)から2つ選べ。

- (1) バリンは、疎水性の側鎖をもつ。
- (2) アルギニンは、環状構造の側鎖をもつ。
- (3) グルタミン酸は、アルカリ性の側鎖をもつ。
- (4) メチオニンは、硫黄を含む側鎖をもつ。
- (5) リシンは、酸性の側鎖をもつ。

[Ⅱ] 免疫のはたらきに関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～9）に答えよ。

文章A ①自然免疫では、**ア**の一種である**イ**や好中球、マクロファージなどがはたらく。

イは、**エ**で異物を取り込み、近くのリンパ節に移動して、細胞内で分解した異物の断片を②T細胞へ提示することで**オ**免疫を開始させる。好中球は毛細血管の壁を通り抜け、異物が侵入した組織に移動して、**エ**によって、異物を取り込み・分解する。また、血液中に存在する**ウ**も組織に移動してマクロファージに分化し、**エ**を行う。③マクロファージのはたらきかけによって、異物が侵入した組織の損傷部位では局所的な熱感、腫れ、痛みや発赤を伴う炎症が起こる。

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) 赤血球 (2) 白血球 (3) 好酸球 (4) 樹状細胞
- (5) 好塩基球 (6) 単球 (7) A細胞 (8) B細胞
- (9) 形質細胞

問2 文章中の空欄**エ**と**オ**にあてはまる最も適当な語句を、次の(1)～(8)からそれぞれ1つずつ選べ。

- (1) 組織性 (2) 傷害性 (3) 増殖 (4) 自己
- (5) 適応 (6) 異化 (7) 抗体産生 (8) 食作用

問3 下線部①について、自然免疫において、ウイルスに感染した細胞表面の特徴的な変化を見分けて、感染した細胞を死滅させて排除するリンパ球の名称を書け。

問 4 下線部②について，T細胞のうち，ヒト免疫不全ウイルス（HIV）が感染する細胞の名称を書け。

問 5 下線部③について，炎症を引き起こすマクロファージが，毛細血管に与える影響を 20 字程度で書け。

文章B 特定の病原体による病気（狂犬病やインフルエンザ，結核）を予防するために，**カ**として接種する物質を④ワクチンという。ワクチンによって刺激を受けた**キ**細胞や**ク**細胞の一部が**ケ**細胞となり，⑤再び病原体が侵入した場合には急速に強く反応する。そのため，感染症が抑制される。

キ細胞は，骨髄でつくられ，骨髄で分化するが，⑥**ク**細胞は骨髄でつくられたのち，胸腺へ移動して分化・成熟する。また，**ケ**細胞は，リンパ節や血液中に存在している。

問6 文章中の空欄**カ**～**ケ**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) 樹状 | (2) 記憶 | (3) T | (4) B |
| (5) A | (6) 血清 | (7) 抗原 | (8) 抗体 |
| (9) アレルゲン | | | |

問7 下線部④について，病原体にどのような処理を施しているか，20字程度で書け。

問8 下線部⑤について，この反応の名称を書け。

問9 下線部⑥について，骨髄に存在し，**ク**細胞を含んだすべての血球に分化する細胞の名称を書け。

[Ⅲ] ヒトの遺伝子発現に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

文章A ジストロフィンの遺伝子に変異がおこると、正常なタンパク質が作られなくなり、筋力低下を起こし、筋ジストロフィーという疾患が発症する。ジストロフィン遺伝子はX染色体上にあり、79個のエキソンで構成されている。

ジストロフィン遺伝子にRNAポリメラーゼが結合し、**ア**によりできた①mRNA前駆体は、スプライシングの過程を経て、エキソンのみが連結し、mRNAとなる。細胞質に移動したmRNAは、RNAとタンパク質からなる粒子である**イ**と結合し、mRNAの開始コドンから終止コドンまで**ウ**される。

筋ジストロフィーの患者には、エキソン51が欠失しているデュシェンヌ型筋ジストロフィーという重症例がある。この患者のジストロフィン遺伝子のスプライシング異常を調べるためには、②抽出したmRNAを逆転写し、そのcDNAを鋳型としたPCR産物を解析する。

問1 文章中の空欄**ア**～**ウ**にあてはまる最も適切な語句を書け。

問2 下線部①について、下の各問いに答えよ。

- (1) スプライシングの過程で取り除かれる塩基配列の名称を書け。
- (2) 選択的スプライシングについて、30字程度で説明せよ。

問3 下線部②について、エキソン 49 の最初からエキソン 52 の最後まで領域を増幅させるために使用するプライマーとして適当なものを、次の(1)～(6)から 2つ選べ。

なお、図 1 は、DNA のセンス鎖（非鋳型鎖）の塩基配列のうち、エキソン 49～エキソン 52 を示したものである。また、コドン 10 個ごとに下線をつけている。

- (1) 5'-GAAACTGAAATAGCA-3'
- (2) 5'-ATCATTACGGATCGA-3'
- (3) 5'-TAGTAATGCCTAGCT-3'
- (4) 5'-TCGATCCGTAATGAT-3'
- (5) 5'-CTTTGACTTTATCGT-3'
- (6) 5'-TGCTATTTTCAGTTTC-3'

エキソン 49 (102 塩基対)

5'-GAAACTGAAATAGCAGTTCAAGCTAAACAACCGGATGTGGAAGAGATT
TTGTCTAAAGGGCAGCATTTGTACAAGGAAAAACCAGCCACTCAGCCAGTG
AAG-3'

2400 番目のコドン

エキソン 50 (109 塩基対)

5'-AGGAAGTTAGAAGATCTGAGCTCTGAGTGGAAGGCGGTAAACCGTTTAC
TTCAAGAGCTGAGGGCAAAGCAGCCTGACCTAGCTCCTGGACTGACCACTA
TTGGAGCCT-3'

2430 番目のコドン

エキソン 51 (233 塩基対)

5'-CTCCTACTCAGACTGTTACTCTGGTGACACAACCTGTGGTTACTAAGGA
AACTGCCATCTCCAAACTAGAAATGCCATCTTCCTTGATGTTGGAGGTACC
TGCTCTGGCAGATTTCAACCGGGCTTGGACAGAACTTACCGACTGGCTTTCT
CTGCTTGATCAAGTTATAAAATCACAGAGGGTGATG
GTGGGTGACCTTGAGGATATCAACGAGATGATCATCAAGCAGAAG-3'

2510 番目のコドン

エキソン 52 (118 塩基対)

5'-TGCAACAATGCAGGATTTTGAACAGAGGCGTCCCCAGTTGGAAGAACTC
ATTACCGCTGCCAAAATTTGAAAAACAAGACCAGCAATCAAGAGGCTAG
AACAAATCATTACGGATCGA-3'

2550 番目のコドン

図 1

問 4 下線部②について，デュシェンヌ型筋ジストロフィーを発症した男の子から抽出した mRNA を逆転写し，その cDNA を得た。ジストロフィン遺伝子のエクソン 49 から 52 までの領域を PCR 法を用いて増幅し，得られた DNA 断片を電気泳動で分離した。エクソン 51 が欠失した男の子およびその母親の遺伝子の電気泳動結果として，最も適当なものを図 2 の(1)～(6)からそれぞれ 1 つずつ選べ。

ただし，デュシェンヌ型筋ジストロフィーは X 染色体連鎖潜性(劣性)遺伝であり，この母親は筋ジストロフィーを発症していない。

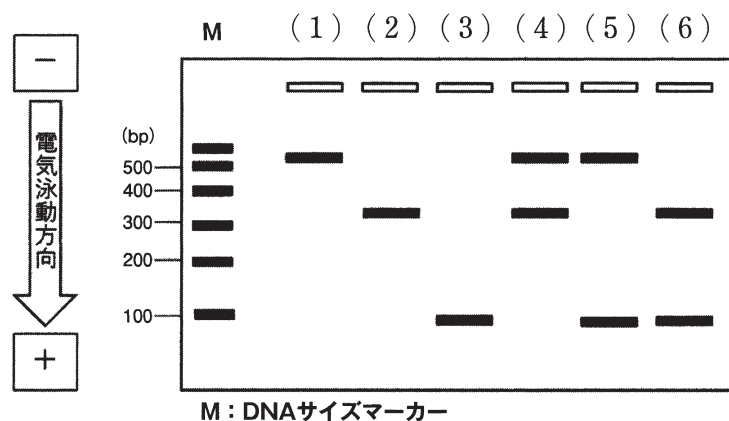


図 2

文章 B 図 3 は、エキソン 51 を欠失した男性患者のデュシェンヌ型筋ジストロフィー発症のしくみを示したものである。この患者では、エキソン 50 とエキソン 52 の結合によって、エキソン 52 に終止コドンである **エ** の配列がつけられることが、筋ジストロフィー発症の原因であると考えられている。また、この患者の治療法の 1 つとして、③遺伝子工学を用いて、正常よりは短いが機能をもつジストロフィンタンパク質を合成させて、症状を軽減させる治療が行われている。

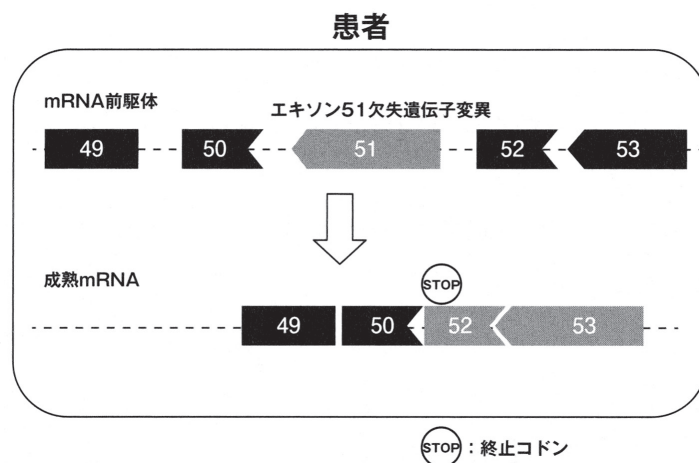


図 3 デュシェンヌ型筋ジストロフィー発症のしくみ

問 5 文章中の **エ** に入る適当なコドンの塩基配列を、図 1 の塩基配列をもとに書け。ただし、終止コドンは、UAA, UAG, UGA のいずれかである。

問6 この患者のジストロフィンタンパク質は正常と比べてどうなるか。適当なものを次の(1)～(4)から1つ選べ。

- (1) 正常と同じ長さのタンパク質が合成される。
- (2) 正常より長いタンパク質が合成される。
- (3) 正常より短いタンパク質が合成される。
- (4) タンパク質が全く合成されない。

問7 下線部③について、この療法では、どのようにして症状を軽減すると考えられるか。最も適当なものを(1)～(5)から1つ選べ。

- (1) エキソン 52 が認識されないようにして、ジストロフィンタンパク質を合成させる。
- (2) 欠失したエキソン 51 を遺伝子導入して、ジストロフィンタンパク質を合成させる。
- (3) エキソン 52 を取り除いて、正常なエキソン 52 を遺伝子導入して、ジストロフィンタンパク質を合成させる。
- (4) エ の3つの塩基を取り除いて、ジストロフィンタンパク質を合成させる。
- (5) 体外でジストロフィンタンパク質を合成して投与する。

[Ⅳ] カエルの発生に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（問1～9）に答えよ。

文章A 図1は，カエルの発生過程の概要である。

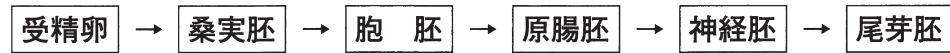


図1 カエルの発生過程

問1 受精卵の精子侵入点の反対側に生じる，周囲と色の異なる領域の名称を書け。

問2 受精卵にみられる発生初期の細胞分裂の名称を書け。

問3 受精卵と比較した桑実胚の卵および細胞の大きさの変化として，正しい組み合わせはどれか。次の(1)～(9)から1つ選べ。

	卵の大きさ	細胞の大きさ
(1)	大きくなる	大きくなる
(2)	大きくなる	小さくなる
(3)	大きくなる	ほとんど変化しない
(4)	小さくなる	大きくなる
(5)	小さくなる	小さくなる
(6)	小さくなる	ほとんど変化しない
(7)	ほとんど変化しない	大きくなる
(8)	ほとんど変化しない	小さくなる
(9)	ほとんど変化しない	ほとんど変化しない

問4 胞胚期に形成された胞胚腔は、尾芽胚において、どのように変化するか。

次の(1)～(5)から1つ選べ。

- (1) 原口になる
- (2) 原腸になる
- (3) 肛門になる
- (4) 腎節になる
- (5) 消滅する

問5 原腸胚では、原腸形成によって、3つの胚葉の区別が明瞭となる。内胚

葉から生じる臓器はどれか。次の(1)～(5)から1つ選べ。

- (1) 脳
- (2) 肺
- (3) 心臓
- (4) 腎臓
- (5) 脊髄

問6 図2は神経胚後期の断面の模式図である。将来、眼胞や網膜を形成する

のはどこか。(1)～(7)から1つ選び、その名称を書け。

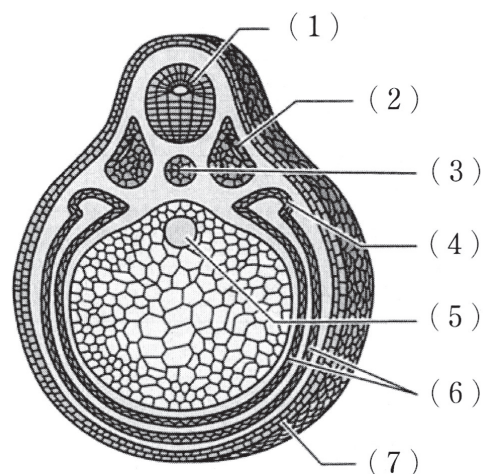


図2

文章 B カエルの発生過程に関する**実験 1** および**実験 2** を行った。

実験 1 受精卵の mRNA 合成やタンパク質合成を人工的に阻害して、発生過程を観察することによって、次の**ア**) と**イ**) の結果を得た。

ア) 受精卵の mRNA 合成を人工的に阻害すると、**胞胚**まで発生過程が正常に進行したが、それ以降の発生の進行はみられなかった。

イ) 受精卵のタンパク質合成を人工的に阻害すると、それ以降の発生の進行はみられなかった。

問 7 受精卵から**胞胚**までの正常な発生について、**実験 1** の結果から導かれるものとして適当な記述はどれか。次の(1)～(5)から**2つ**選べ。

- (1) 受精前の卵に存在したタンパク質を利用して、発生が進行する。
- (2) 受精卵が合成したタンパク質を利用して、発生が進行する。
- (3) 受精前の卵に存在した mRNA を利用して、発生が進行する。
- (4) 受精卵内に mRNA が存在しなくても、発生が進行する。
- (5) 受精卵が合成した mRNA を利用して、発生が進行する。

実験 2 胞胚から，組織 a（動物極側領域の一部）と組織 b（植物極側領域の一部）を切り分け，培養実験を行い，次のア）～エ）の結果を得た。

- ア） 組織 a（動物極側領域）を単独で培養すると，外胚葉に分化した。
- イ） 組織 b（植物極側領域）を単独で培養すると，内胚葉に分化した。
- ウ） 組織 a と組織 b を接触させて培養した後，組織 a を分離して培養すると，組織 a の接触部は中胚葉に分化し，非接触部は外胚葉に分化した。
- エ） 組織 a と組織 b を接触させて培養した後，組織 b を分離して培養すると，内胚葉に分化した。

問 8 実験 2 のウ）の実験結果として，組織 a に観察される組織を，次の（１）～（６）からすべて選べ。

- （１） 表皮
- （２） 肝臓
- （３） 血球
- （４） 筋肉
- （５） ぼうこう
- （６） すい臓

問 9 実験 2 のウ）とエ）の結果から導かれる仮説を，「形成体」と「誘導」の語句を使って，50 字程度で説明せよ。

[Ⅰ]

問1

ア：シアノバクテリア または ネンジュモ

イ：二酸化炭素

ウ：ストロマトライト

問2 2

問3 葉緑体

問4

エ：コラーゲン

オ：ミオシン

カ：インスリン

キ：カルボキシ

ク：ペプチド

問5 20

問6 (5)

問7 (1), (4)

[Ⅱ]

問1

ア：(2)

イ：(4)

ウ：(6)

問2

エ：(8)

オ：(5)

問3 NK細胞（ナチュラルキラー細胞）

問4 ヘルパーT細胞

問5 毛細血管が拡張して、血管透過性が高まる。(20字)

問6

カ：(7)

キ：(4)

ク：(3)

ケ：(2)

問7 病原体を弱毒化、不活性化や無毒化する。(19字)

問8 二次応答

問9 造血幹細胞

[Ⅲ]

問1

ア：転写

イ：リボソーム

ウ：翻訳

問2

(1) イントロン

(2) 1つの遺伝子から異なるエキソンを選び、複数のmRNAを作るしくみ。

問3 (1), (4)

問4 男の子：(2)

母親：(4)

問5 UGA

問6 (3)

問7 (1)

[Ⅳ]

問1 灰色三日月環

問2 卵割

問3 (8)

問4 (5)

問5 (2)

問6 (1) 名称：神経管

問 7 (2), (3)

問 8 (1), (3), (4)

問 9 組織 b は形成体としてはたらし、組織 b でつくられた物質が組織 a に作用して、中胚葉への分化が誘導された。(50字)