

# 熊本大学

## 生物

### 問題

#### 2017年度入試

- 【学部】 理学部、医学部、薬学部、工学部
- 【入試名】 前期日程
- 【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

**1** 次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

ヒトの<sup>a)</sup>神経系には中枢神経系と末梢神経系があり、末梢神経系は体性神経系と自律神経系とに分類される。体性神経系は、運動神経と感覚神経で構成されており、自律神経系は<sup>1</sup>と<sup>2</sup>により構成されている。これらの神経系のなかには、神経終末に興奮が伝達されると、<sup>3</sup>間隙に神経伝達物質が放出され、効果器にその情報が伝達されるものがある。自律神経系は、血液の流れも制御することが知られている。血液の役割としては、酸素・二酸化炭素や<sup>b)</sup>タンパク質などの生命維持に必要な物質の運搬や生体防御作用などさまざまなものがある。生体防御機構としては、白血球がヒトの体内に侵入した細菌、ウイルスなどの異物を認識し排除する<sup>c)</sup>免疫という仕組みを有するとともに、<sup>d)</sup>赤血球が遺伝的変異によりマラリア感染に抵抗性を示す仕組みなどが知られている。

(問1) 文中の<sup>1</sup>～<sup>3</sup>に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部 a)に関する以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

(ア) 神経細胞が他の細胞から信号を受け取ると、次の①～③の順に細胞内に変化が起こる。それぞれの反応ではたらくイオンチャネルやポンプを答えよ。

- ① 細胞内の電位がマイナスからプラスに逆転する。
- ② その後すぐに細胞内の電位がマイナスに戻る。
- ③ ①、②の反応により変化した細胞内のイオン組成はやがて静止時の状態に戻る。

(イ) 興奮性の神経伝達物質にはアセチルコリンがあるが、抑制性の神経伝達物質はどのようなものがあるか、1つ答えよ。

(ウ) 脊椎動物において神経伝達物質であるアセチルコリンは心拍数を減少させるはたらきをもつが、アセチルコリンを無脊椎動物であるイワガキの心臓にふりかけた場合、イワガキの心拍数はどうなるか。

(エ) 神経細胞が興奮を起こすのに必要な最小限の刺激の強さを何というか。

(オ) 神経について以下の①～④の中から正しいものを過不足なく選び、番号で答えよ。

- ① 興奮の伝導速度は無髄神経より有髄神経のほうが速い。
- ② 興奮の伝導速度は太い軸索より細い軸索のほうが速い。
- ③ オリゴデンドログリアの細胞膜が何重にも巻き付いて髄鞘<sup>すいしょう</sup>を形成している。
- ④ 無髄神経繊維にはランビエ絞輪<sup>こうりん</sup>というくびれがある。

(問3) 下線部 b)に関する以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

(ア) タンパク質の二次構造や三次構造の形成に寄与しているのはどのような原子間での結合か、以下の【 】の中から適切なものを過不足なく選び、番号で答えよ。

【①炭素と窒素 ②炭素と酸素 ③酸素と水素 ④硫黄と硫黄 ⑤硫黄と炭素】

(イ) タンパク質は一般的に疎水性基が内側になるように折りたたまれる。これはなぜか説明せよ。

(ウ) 酵素には、活性部位以外の場所に他の物質が結合し、立体構造が変化することで活性が変化するものがある。このような酵素を何というか。

(エ) 基質と似た構造をもつ物質が酵素の活性部位に結合し、酵素反応を阻害することを何というか。

(オ) 酵素について、次の①～⑤の中から正しいものを過不足なく選び、番号で答えよ。

- ① 補酵素の多くはビタミンである。
- ② 酵素の多くは経口摂取により補われる。
- ③ ペプシンが最大活性を示す pH は7.0である。
- ④ 酵素は化学反応速度を変化させる。
- ⑤ すべての酵素は補酵素を必要とする。

(問4) 下線部 c)に関する以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 体内に侵入した異物を抗原として認識し、B細胞がつくる抗体のはたらきで排除する免疫の仕組みを何というか。

(イ) 抗体としての機能をもつタンパク質の総称を何というか。また、そのタンパク質が抗原を認識する部位を答えよ。

(ウ) 白血球の一種であり侵入した異物を食作用によって分解する細胞は何か。

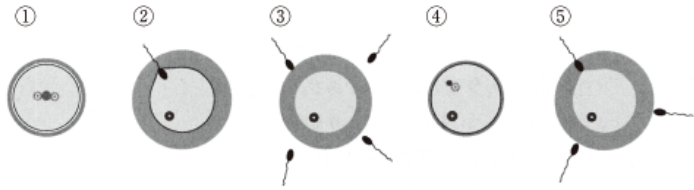
(問5) 下線部 d)に示す遺伝病の病名および変異を起こす遺伝子名を答えよ。また、その遺伝子変異のホモ接合体とヘテロ接合体の場合における症状の違いを述べるとともに、どちらの変異がマラリア抵抗性を示し生存率が高くなるか答えよ。

2 受精と発生に関する次の文章を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

生物のなかには、配偶子と呼ばれる2個の細胞が合体することで新しい個体を生じるものがある。動物では、この現象は a) 受精と呼ばれ、精子と卵が配偶子である。受精により形成された受精卵から胚ができ、発達する過程を、 b) 発生と呼ぶ。発生は、動物だけでなく、 c) 植物でも起こる。

(問1) 下線部 a) に関する以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 右の図は、ウニの受精に関連するものである。図の①～⑤を、受精の過程を示すように順番に並べ、番号で答えよ。



(イ) ウニの受精において、卵に起こる現象に関する次の文中の□1～□5に適切な語句を入れよ。

精子が卵の細胞膜に達すると、卵の細胞膜に□1と呼ばれる小さな膨らみが形成される。□1が形成されると、卵の細胞膜の直下にある表層粒が□2を起こし、細胞膜と□3との間に内容物を放出する表層反応が起こる。表層反応が起こると、□3が細胞膜から離れて□4に変化する。□4の役割は、□5の拒否や初期胚の保護である。

(問2) 下線部 b) に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

異なる2種類のイモリの初期原腸胚を用いて、移植実験を行った。一方の胚の原口背唇部を切り取り、他方の胚の、将来背側になる部分に移植したところ、移植された胚から発生したイモリには、本来の胚(一次胚)とは別に、ほとんど完全な構造をもつ二次胚が形成された。そのイモリを輪切りにした断面の模式図を、図1に示す。

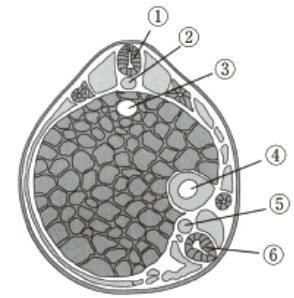


図1

(ア) 脊索と神経管は、図1中の①～⑥のどれか、番号ですべて答えよ。

(イ) 原口背唇部のように、胚のある領域が、それに接するほかの未分化な領域に作用して分化を引き起こすはたらきと、このはたらきをもつ領域をそれぞれ何と呼ぶか答えよ。

(ウ) 眼の形成において、原口背唇部と同様のはたらきをもつ領域はどこか、2つ答えよ。

(問3) 下線部 c) に関する次の文章と茎頂分裂組織の模式図

(図2)を参照し、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

植物の花や葉は、茎頂分裂組織から分化誘導されることが知られている。その茎頂分裂組織の大きさは、厳密に制御されている。WUS 遺伝子には茎頂分裂組織を大きくする機能(アクセル)があり、CLV3 遺伝子は WUS 遺伝子発現領域を制限することで、茎頂分裂組織を小さくする機能(ブレーキ)がある。このアクセルとブレーキの組合せにより、適切な茎頂分裂組織のサイズが維持されており、WUS 遺伝子や CLV3 遺伝子が機能しない系統(それぞれ *wus* と *clv3* と表す)や、CLV3 遺伝子を過剰に機能させた系統(CL3OX と表す)では、茎頂分裂組織のサイズが野生型のものとは異なる形質を示すことが知られている。



図2

(ア) 野生型、*wus*、*clv3*、CL3OX の茎頂分裂組織を示す模式図として最も適切なものを、図2中の①～③のうちから1つずつ選べ。

(イ) WUS 遺伝子と CLV3 遺伝子との両方の遺伝子が機能しない系統の茎頂分裂組織を示す模式図として最も適切なものを、図2中の①～③のうちから1つ選べ。

(ウ) CLV3 遺伝子は細胞間情報伝達物質であるペプチドホルモンをコードし、CLV1 遺伝子はその受容体をコードする。その CLV1 遺伝子が機能しない系統(*clv1* と表す)の茎頂分裂組織は、*clv3* の茎頂分裂組織と同じ形質を示す。*clv1* において CLV3 遺伝子を過剰に機能させた系統の茎頂分裂組織を示す模式図として最も適切なものを、図2中の①～③のうちから1つ選べ。

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問6)に答えよ。  
 太古の地球には酸素がほとんどなく、最初に出現した原核生物は嫌気性細菌と考えられている。その後、光合成により酸素を発生する 1 と呼ばれる原核生物や好気性細菌が誕生した。やがて嫌気性細菌が好気性細菌を細胞内に取り込み、<sup>a)</sup>ミトコンドリアという細胞小器官をもつ真核生物が出現した。さらに 1 が真核生物に取り込まれ葉緑体となり、植物が生まれた。生命誕生から生物は水中で生活していたが、<sup>b)</sup>やがて大気中の酸素濃度が大きく増加し、生物は陸上へ進出していった。

<sup>c)</sup>陸上の植物は 2 のような淡水に生育する藻類から進化してきたと考えられている。植物のからだは、外表面が 3 で覆われ、胚は多細胞の組織の中にあり、乾燥した陸上環境から保護されている。一方、<sup>d)</sup>動物で陸上へ進出したグループのうち、魚類から進化したハ虫類・鳥類・哺乳類は肺を獲得し、大気中の酸素を効率的に利用できる。また発生中の胚は 4 などの胚膜で保護されており、乾燥に対する耐性が高い。

生物の適応は無機的な <sup>e)</sup>環境だけではなく、他の生物に対しても起こる。例えば、動物が、捕食者から逃れるために、他の生物や周りの風景と区別がつかない形や色になることがある。これを 5 という。異なる種が相互に生存や繁殖に影響を与えながら進化することがあり、これを 6 という。

(問1) 文中の 1 ～ 6 に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部 a) に関する以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) ミトコンドリアが好気性細菌に由来する根拠を答えよ。

(イ) ヒトのミトコンドリア DNA には電子伝達系に必要な遺伝子が含まれている。これらの遺伝子が突然変異により機能が失われると、骨格筋で乳酸が蓄積する場合がある。正常なミトコンドリアをもつヒトでも骨格筋に乳酸が蓄積することがある。どのような時に、どのような反応により乳酸が蓄積するのか、ミトコンドリアのはたらきと関連させて説明せよ。(解答欄 22cm 2行)

(ウ) ミトコンドリア病をひき起こす突然変異のうち、ミトコンドリア DNA の特定部位の A が突然変異で G へ変異する頻度が高いことがわかっている。この部位をはさむ周辺300塩基分の正常型ミトコンドリア DNA の塩基配列を図1に示す。

```

1  GCCTACTTCA CAAAGCGCCT TCCCCCGTAA ATGATATCAT CTCAACTTAG
51 TATTATACCC ACACCCACCC AAGAACAGGG TTTGTTAAGA TGGCAGAGCC
101 CGGTAATCGC ATAAAACCTA AAACCTTACA GTCAGAGGTT CAATTCCTCT
151 TCTTAACAAC ATACCCATGG CCAACCTCCT ACTCCTCATT GTACCCATTC
201 TAATCGCAAT GGCATTCTTA ATGCTTACCG AACGAAAAAT TCTAGGCTAT
251 ATACAACCTAC GCAAAGGCC CAACGTTGTA GGCCTCTACG GGCTACTACA
    
```

図1

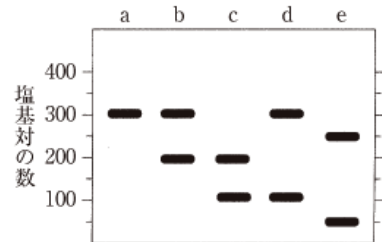


図2

図1中の A は変異箇所を表す。制限酵素 *Apa* I は DNA 配列が GGGCCC のところを正確に切断する。図1破線部の配列をもとに設計したプライマーを用いて、正常型 DNA とミトコンドリア病型 DNA を PCR で増幅した後、PCR 産物を *Apa* I で切断し、アガロースゲルで電気泳動を行った。正常型 DNA およびミトコンドリア病型 DNA の電気泳動結果として最もふさわしいものはどれか、図2のレーン a～e の記号で答えよ。

(問3) 下線部 b) に関して、酸素濃度の増加に伴う地球環境の変化は何か。また、それにより陸上化が可能になった理由を答えよ。

(問4) 下線部 c) に関して、シダ植物と種子植物は茎や葉の内部に水分や栄養分の移動にかかわる組織を発達させている。その組織名を答えよ。また、シダ植物と種子植物は生活環に関してコケ植物とは異なる共通点をもっている。それは何か、下記の【 】内の語群をすべて用いて説明せよ。(共通点の解答欄 22cm 2行)

【胞子体、配偶体、世代交代】

(問5) 下線部 d) に関して、陸上化を果たした動物は複数の系統が知られている。以下はその中の1つである節足動物に関する文である。文中の 1 ～ 4 に適切な語句を入れよ。

最初に陸上進出を果たした動物は、1 類やヤスデ類、ムカデ類などの節足動物であったと考えられている。これらは丈夫な 2 をもつとともに、体の中にはりめぐらされた 3 に空気を取り込んで呼吸を行う。また、この仲間 4 と呼ばれる現象によって成長する。

(問6) 下線部 e) に関して、環境の変化により、個体群を構成する個体数が変化することがある。動物の個体群の個体数の推定に用いられる標識再捕法に関する次の文を読み、問いに答えよ。

ある池でフナを90個体捕獲し、ひれの一部に標識をつけて再び池に放した。4日後に110個体のフナを捕獲したところ、そのうちの10個体に標識があった。この間に個体の池への移入と池からの移出はなく、死亡した個体もなかったとする。また、標識個体と無標識個体は均一に混ざって生息していたとする。この池のフナの全個体数を推定せよ。