

平成 29 年度入学試験問題(後期)

理 科(生 物)

【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には ① から ④ までの 4 問題が印刷されていて、合計 12 ページである。
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入しているものは無効である。
5. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
6. 各学部で解答する問題は以下の通りである。
理工学部 ①②③④ の 4 問
農学生命科学部 ①②③④ の 4 問
7. 配布された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

1 次の文章を読み、問(1)~(9)に答えよ。

哺乳類は体内環境を常に一定に保つために恒常性と呼ばれるメカニズムを持つ。例えば、食事をとって栄養分を摂取した場合には血糖濃度が上がり、逆に運動すると血液中の糖が消費され血糖濃度が低下するが、平常時は一定に保たれている。このような恒常性を維持するためのメカニズムの1つに、ホルモンの分泌による制御があげられる。血糖濃度が上昇した際には、すい臓からインスリン^Aが、下降した際には、同じくすい臓から(①)、また副腎皮質から(②)が、それぞれ分泌される。

インスリンを分泌するのは、すい臓ランゲルハンス島にあるB細胞である。B細胞の細胞質は発達した粗面小胞体と呼ばれる細胞小器官^Bに占められており、構成する膜の総面積は細胞膜^Cのおよそ12倍にもなるといわれている。粗面小胞体の細胞質側には多くのリボソーム^Dが結合しており、主に分泌されるタンパク質^Eが合成されている。合成されたタンパク質の多くはゴルジ体を経由して細胞膜近傍の小胞に蓄積される。そして、血糖濃度が上昇したというシグナルを受けると、小胞と細胞膜が融合し、小胞内のインスリンが細胞外に放出される^F。

細胞外に放出されたインスリンは、主に(③)の細胞に作用してグルコースからグリコーゲンへの合成を促す。また、それだけではなく、各組織の細胞にも作用しそれぞれの細胞のグルコースの消費^Gを促すことで、血糖濃度を低下させる働きを示す。

問(1) 下線部Aに関する以下の説明文ア~エについて、誤っているものを全て選び記号で答えよ。

- ア. インスリンは細胞表面の受容体に結合する。
- イ. 健康な人では通常インスリンによって血液中のグルコース濃度はおよそ100 mg/100 mL (0.1%)に保たれている。
- ウ. インスリンは内分泌系のホルモンであり消化管に分泌される。
- エ. 血糖濃度を下げるホルモンはインスリン以外にも複数ある。

問(2) 文章中の空欄(①)および(②)に当てはまるホルモンの名称を答えよ。

問(3) 下線部Bの細胞小器官に関する以下の説明文ア～オについて、正しいものを全て選び記号で答えよ。

- ア. リソソーム内のマトリックスではATPが合成される。
- イ. 細菌のDNAは核の中にある。
- ウ. 核とミトコンドリアは二重の生体膜に包まれている。
- エ. ゴルジ体は不要物を分解する場所である。
- オ. 小胞体の内部にはクリステと呼ばれる構造物が存在する。

問(4) 下線部Cの細胞膜を含む生体膜に関する以下の説明文ア～エについて、誤っているものを全て選び記号で答えよ。

- ア. 酸素や二酸化炭素などはチャンネルと呼ばれる輸送タンパク質を介して生体膜を通過する。
- イ. 生体膜はリン脂質によって構成されており、リン脂質分子は流動的に動く。
- ウ. 細胞小器官の1つである中心体は生体膜に包まれている。
- エ. 細胞膜は外部環境との境界として隣り合う細胞と情報交換を行う場である。

問(5) 下線部Dに関する以下の説明文ア～エについて、誤っているものを全て選び記号で答えよ。

- ア. 真核細胞にのみ存在する。
- イ. RNAとタンパク質の複合体である。
- ウ. 2つのサブユニットと呼ばれる顆粒からなる。
- エ. 1本のmRNAには一分子のリボソームが結合しタンパク質の翻訳が行われる。

問(6) 下線部Eに関して、1つの遺伝子から合成される mRNA は1種類とは限らず、エキソンの組み合わせが異なった複数の種類の mRNA が合成される場合がある。このような現象を何と呼ぶか名称を答えよ。

問(7) 下線部Fに関して、細胞内小胞と細胞膜の融合による物質の分泌のことを何と呼ぶか名称を答えよ。

問(8) 文章中の空欄(③)に当てはまる器官の名称を答えよ。

問(9) 下線部Gに関して、グルコースをピルビン酸などの有機酸に分解しエネルギーをATPに変換していく代謝過程のことを何というか名称を答えよ。また、この反応は細胞内のどの場所で行われるか名称を答えよ。

2 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

ヒトなどの有性生殖を行う多細胞生物では、生殖細胞である卵と精子とが受精して生じる受精卵という1個の細胞から新しい個体が誕生する。ある生物の細胞が持つ全ての遺伝情報を「ゲノム」と呼ぶ。動物の場合、ゲノムは細胞の核が持つ核DNAと細胞小器官の(①)が持つ(①)DNAとがある。受精卵は細胞分裂を繰り返して多細胞生物の個体を作っていく発生という過程をスタートさせる。その発生の過程で細胞が特定の形態や機能を持つようになることを(②)と呼ぶ。だ液腺の細胞では(a)遺伝子、筋肉では(b)遺伝子、眼の水晶体(レンズ)では(c)遺伝子、赤血球では(d)遺伝子という具合に細胞の種類ごとにそれぞれの細胞に(②)する際に特徴的な遺伝子を発現する。

(②)によって細胞の種類ごとにそれぞれ別の遺伝子を発現する理由として、19世紀末には、発生の過程で細胞の種類ごとに別の遺伝情報を持つようになるとする仮説と、個体内の細胞が持つ遺伝情報は共通だが遺伝子の活性化(発現)のされかたが細胞の種類ごとに異なるとする仮説とが対立していた。しかし今日では後者の考えが正しいことが実験的に証明され、多細胞生物を構成する体細胞は、一部の例外的な細胞を除き全て同じ遺伝情報を持つことが分かっている。

一方で個体の発生が進み、次の世代の個体を作るための卵や精子などの生殖細胞ができる過程では、体細胞の分裂とは異なる(③)という様式の細胞分裂が行われる。その結果として1個の母細胞から4個の娘細胞が生じる。この細胞分裂の際に、同形・同大の(④)染色体が並んで接着する(⑤)という現象が見られる。この際に接着した染色体間で一部が交換される「乗換え(交叉)」という現象がしばしば起こる。そのため、体細胞の場合とは異なり、(③)によって生じる卵や精子は同じ個体に由来する細胞であっても、核DNAの情報は完全には同一にならない。そのため、同じ両親から生まれた兄弟・姉妹であっても、同一受精卵から生じる一卵性双生児の場合を除き、遺伝情報は個体ごとに少しずつ異なることになる。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑤)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 文章中の(a), (b), (c), (d)のそれぞれに当てはまる適切な遺伝子名を[]の中から1つずつ選んで解答せよ。[]の中には当てはまらない遺伝子名も含まれている。

アブシシン酸	インスリン	クリスタリン	ヘモグロビン
アミラーゼ	セルロース	ミオシン	免疫グロブリン

問(3) 文章中の下線部Aに記述されたDNAはいくつかの点で核DNAとは異なっている。核DNAとの相違点を挙げよ。

問(4) 文章中の下線部Bに関して、体細胞の核にも全能性があることを実証した実験は、植物を対象にしたものと脊椎動物を対象にしたものがある。それぞれ句読点を含めて80字以内で実験の内容を説明せよ。

問(5) 文章中の(①)の細胞小器官に加えて、植物の場合はさらに別の細胞小器官も独自のDNAを持っている。その細胞小器官の名称を答えよ。またこれら細胞小器官が独自のDNAを持ち、真核細胞が出現した経緯を説明する有力な説の名称を答えよ。

3

次の文章ⅠおよびⅡを読み、問(1)~(4)に答えよ。

Ⅰ. 植物では緑葉の細胞小器官である(①)の(②)膜に存在する光合成色素として知られるクロロフィルや(③)などが光エネルギーを吸収し、その結果(④)から(⑤)が放出される。放出された(⑤)を補うため、(②)の内側では(⑥)分子から(⑤)が取り出され、(⑦)イオンと(⑧)分子が発生する。また、(④)から放出された(⑤)は電子伝達系を経て(⑨)に渡される。一方、(⑨)から放出される(⑤)は(②)膜上の(⑩)側に存在する酵素の働きによって(⑪)分子に渡され、(⑫)がつくられる。このようにして、太陽光の光エネルギーは(⑫)の還元力というかたちで化学エネルギーに変換される。また、これと同時に(②)膜の内外に生じる(⑦)イオンの濃度勾配を利用するATP合成酵素の働きにより、エネルギー通貨として知られるATP分子が合成される。このようにして(①)の(⑩)に蓄積された(⑫)やATPなどの
^A化学エネルギーはC₃化合物である(⑬)の還元やリン酸化に使われ、デンプンなどの有機物質が合成される。光合成産物は一時的に(①)に蓄えられ
 るが、やがてスクロースとなって植物体の各部に運ばれる。
^B

問(1) 文章中の空欄(①)~(⑬)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 下線部Aの物質代謝において中心的な反応経路は何と呼ばれるか答えよ。

問(3) 下線部Bに関連する以下の説明文ア～オについて、正しいものには○、誤っているものには×を解答欄に記入せよ。

- ア. 光合成産物などの物質が植物体内のある組織から別の組織に運ばれることを転流という。
- イ. スクロースは主に成長の盛んな若い組織に運ばれるが、ジャガイモの塊茎などの貯蔵器官には運ばれない。
- ウ. スクロースは道管を通して運ばれる。道管は死んだ細胞であり、道管液の移動の速度は遅いが、スクロースの濃度は非常に高くなるため移動効率が高い。
- エ. スクロースは運ばれた組織において、アミノ酸、脂肪、核酸、タンパク質などの材料として利用される他、細胞壁成分を合成するためにも利用される。
- オ. スクロースは呼吸に利用され、種々の代謝に必要なエネルギー源ともなる。

II. 光合成のしくみが発見されるよりはるか昔の人は植物が土を食べて生きていると考えていた。1648年、ベルギーのヘルモントはそれを実証するため、鉢植えにしたヤナギの苗木に川の水だけを与えて5年間育てたところ、植物体の重量が約74kg増えたのに対し、土は約57gしか減っていなかった。この結果からヘルモントは「植物は水を栄養にしている」と結論した。

高校生のKは現在の光合成の知識に照らし、ヘルモントの結論において抜けていた点を補うにはどのような実験が有効かを考えて、下記のような実験を考案した。実験にはヤナギと同様のC₃植物Rの他、CAM(ベンケイソウ型有機酸代謝)植物Sをそれぞれ別の鉢植えにして栽培した。但し、全ての実験における日照条件と気温条件は同一であり、また鉢植えに用いた川砂と供給水は高温高圧下での滅菌処理済みであった。

これらの植物を下記の条件(1)~(4)で栽培した。

条件(1): 鉢植えのRに蒸留水だけを与えて3ヶ月間栽培した。

条件(2): 鉢植えのRに川の水だけを与えて3ヶ月間栽培した。

条件(3): 鉢植えのRおよびSをそれぞれ昼の間だけ密閉したガラス製容器内に置き、川の水だけを与えて3ヶ月間栽培した。

条件(4): 鉢植えのRおよびSをそれぞれ夜の間だけ密閉したガラス製容器内に置き、川の水だけを与えて3ヶ月間栽培した。

栽培終了後、植物 R および S の重量を測定したところ以下のような結果(1)~(3)が得られた。

結果(1)：条件(2)における R の重量増加は条件(1)の R のそれより大きかった。

結果(2)：条件(3)における R の重量増加は条件(4)の R のそれより小さかった。

結果(3)：条件(3)における S の重量増加は条件(4)の S のそれより大きかった。

問(4) 結果(1)~(3)が得られたことについて、それぞれの理由として考えられることを句読点を含めて 60 字以内で答えよ。

4 次の文章を読み、問(1)~(6)に答えよ。

地球上に最初に誕生した生物は酸素がほとんどない環境に発生した(①)の原核生物だと考えられている。外界の有機物をエネルギーとして取り込むだけの(②)と無機物から有機物を作り出すことができる(③)のどちらが先に出現したかは今のところわかっていない。初期の(③)は無機物の酸化を利用する(④)で、その後光を利用する(⑤)が出現した。(⑥)が出現すると酸素発生型光合成が行われるようになり、海水中、大気中に酸素が増えた。この頃、(⑦)の原核生物が現れ、酸素を使った呼吸による効率の良いエネルギー代謝^Aが行われるようになった。やがて、先カンブリア時代の中に真核生物、さらに藻類、動物などの(⑧)が現れ、カンブリア紀に入ると現生する全ての動物門^Bが出現する大規模な多様化が起きた。ここまでの生物の営みは全て海の中で起こったものである。当時、ある環境上の理由^Cから生物は陸に上がることができなかった。陸上への進出を果たした植物は重力と乾燥に適応するため(⑨)や根や葉などの組織や器官を発達させ、石炭紀にはリンボクなど高さ数十mの巨大な(⑩)が森林を形成するようになった。

問(1) 文章中の空欄(①)~(⑩)に当てはまる語句を下の(ア)~(テ)から選んで記号で答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

- | | | |
|-----------|--------------|------------|
| (ア) 淡水性 | (イ) 独立栄養生物 | (ウ) 従属栄養生物 |
| (エ) シダ植物 | (オ) 化学合成細菌 | (カ) 光合成細菌 |
| (キ) コケ植物 | (ク) 菌類 | (ケ) 嫌気性 |
| (コ) 好気性 | (サ) 捕食性 | (シ) 原生動物 |
| (ス) 多細胞生物 | (セ) 粘菌 | (ソ) 被子植物 |
| (タ) 裸子植物 | (チ) シアノバクテリア | (ツ) 花 |
| (テ) 維管束 | | |

問(2) 下にあげた生物進化上の出来事が起きた時期として正しい組み合わせをア～カから選び、記号で答えよ。

	エディアカラ生物群の出現	バージェス動物群の出現	シダ植物の出現	両生類の出現	哺乳類の出現
ア	先カンブリア時代	カンブリア紀	シルル紀	デボン紀	トリアス紀(三畳紀)
イ	先カンブリア時代	オルドビス紀	デボン紀	シルル紀	ジュラ紀
ウ	カンブリア紀	カンブリア紀	オルドビス紀	石炭紀	白亜紀
エ	カンブリア紀	先カンブリア時代	シルル紀	石炭紀	ジュラ紀
オ	オルドビス紀	オルドビス紀	デボン紀	シルル紀	トリアス紀(三畳紀)
カ	オルドビス紀	先カンブリア時代	オルドビス紀	デボン紀	白亜紀

問(3) 下線部Aについて、酸素を使った呼吸はアルコール発酵に比べて等量のグルコースから理論上最大で何倍のATPを生み出すことができるか答えよ。

問(4) 下線部Bの時期に見られた生物を下の(ア)～(イ)から4つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ユーステノプテロン (イ) ハルキゲニア (ウ) 始祖鳥
 (エ) イクチオステガ (オ) アンモナイト (カ) クックソニア
 (キ) アノマロカリス (ク) ソテツ (ケ) シーラカンス
 (コ) 三葉虫 (ク) ピカイア

問(5) 下線部Cの「ある環境上の理由」とは何か、句読点を含めて40字以内で答えよ。

問(6) 生物の進化の絶対年代は化石や地層に含まれる放射性同位体を調べることで知ることができる。では、地層の相対年代はどのようにして推定されているか、以下の語句を全て用いて句読点を含めて100字以内で説明せよ。

地層, 示準化石, 三葉虫, 古生代, 分布, たくさんの化石