

# 平成22年度 個別学力試験問題

## 理 科 (120分)

人間学群 (心理学類) ※1科目選択で60分

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)

※地球学類で地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)

情報学群 (情報科学類)

(知識情報・図書館学類) ※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)

### 目 次

物	理	.....	1
化	学	.....	9
生	物	.....	19
地	学	.....	27

### 注 意

- 1 問題冊子は1ページから31ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
心理学類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
生物学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生物資源学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
地球学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択
数学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物理学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応用理工学類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
工学システム学類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
情報科学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知識情報・図書館学類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
医療科学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

# 生 物

I 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

動物の体を構成する多くの器官は、いくつかの器官が全体としてまとまったはたらきをする器官系にまとめられる。たとえば胃、肝臓、すい臓、小腸、大腸などは、消化に関する機能を担っていることから消化系とよばれる。ヒトの体も多くの器官系からなるが、それらが協調して機能することによって個体の生存が維持されている。個体の状況に応じて器官系を協調させるはたらきをもつのが自律神経系とホルモン系(内分泌系)である。たとえばヒトの運動時における器官系の協調を考えてみよう。運動時には運動系(筋肉組織)で多くのエネルギーが消費される。このエネルギーは細胞の好気呼吸で作られた  を分解することによって得られる。 は細胞内小器官である  で合成され、筋運動においては筋細胞の収縮タンパク質である  と  のうち、 の酵素機能によって分解される。この運動時における筋組織の大きなエネルギー消費を担うために、主な呼吸基質である  の消化系からの供給や、呼吸系からの酸素の供給が循環系を介して促進される。このようにヒトの運動時における器官系の協調も、自律神経系とホルモン系によって達成されている。

問 1  ～  に当てはまる語を記せ。

問 2 ヒトの運動時には安静時に比べて心拍数が増加するが、それは特定の自律神経系の心臓に対する作用によるものである。心拍数を増加させる自律神経の名称と、その神経の心臓に対する神経伝達物質の名称を記せ。

問 3 ヒトの呼吸系から供給された酸素は、血液中のヘモグロビンと結合して輸送される。図1のグラフの曲線 a と b は、ヒトの運動中の肺胞および筋組織の血液中におけるヘモグロビンの酸素解離曲線を示したものである。筋組織における酸素解離曲線は a, b のどちらか、記号で記せ。また筋組織における酸素解離曲線が肺胞の場合と異なる理由を 50 字以内で記せ(句読点を含む)。

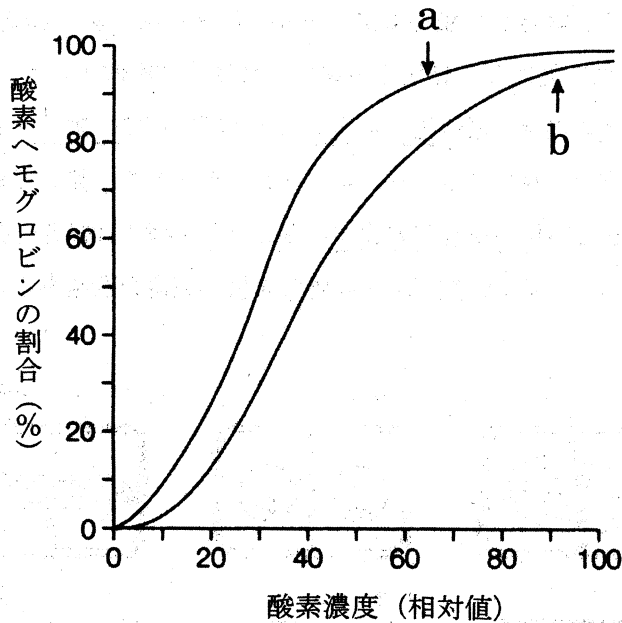


図 1

問 4 ヒトの血液中の血糖値は運動によって低下する。この血糖値の低下に対して自律神経系の作用によって副腎髄質からアドレナリンが放出され、それが特定の器官に作用して血糖値を増大させる。このアドレナリンが血糖値を増大させる機構において、アドレナリンが作用する器官の名称を記せ。またその器官に対してアドレナリンはどのような作用をおよぼすか、40 字以内で記せ(句読点を含む)。

II 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

真核生物の細胞分裂には体細胞分裂と減数分裂があり、細胞が増殖する場合の分裂方法が体細胞分裂である。被子植物では根や茎の先端に頂端分裂組織があり、体細胞分裂が行われる。ある被子植物の細胞分裂を観察するために、種子を発芽させてから3～5日経過した根をエタノールと酢酸の混合液で固定したあとで、60℃の4%希塩酸で処理して細胞を解離し、水洗後に酢酸オルセインで染色し、再び水洗した。その結果、根の先端から1mmの部分が特に強く染まって見えた。この部分を切り取り、押しつぶし法によりプレパラートを作製して顕微鏡で観察したところさまざまな段階の細胞分裂像が観察された。図1は細胞分裂の代表的な段階を模式的に示しているが、被子植物以外の生物の細胞分裂像も含んでいる。

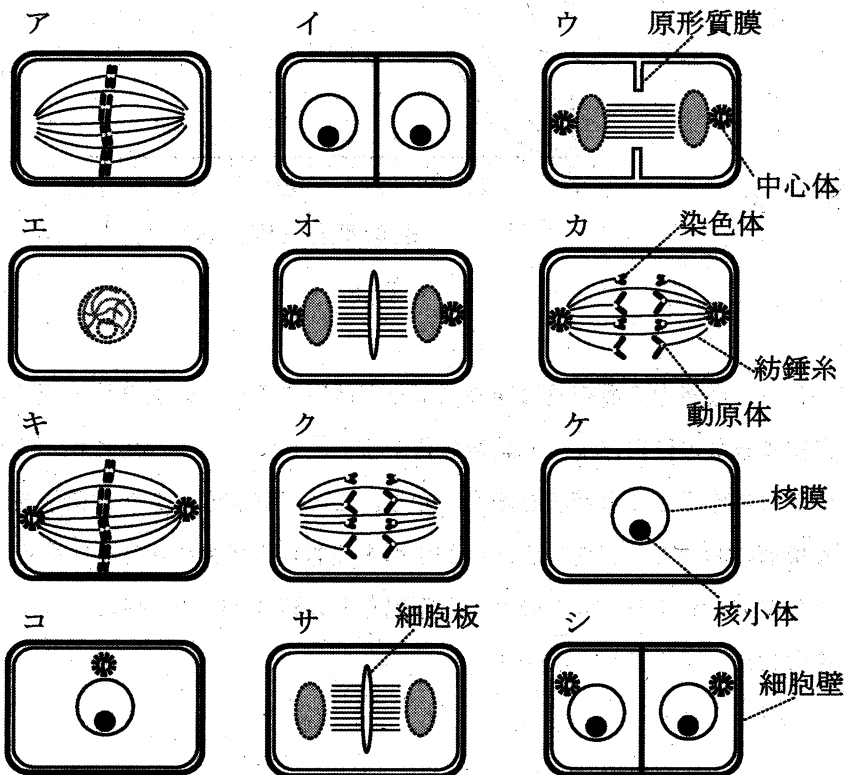


図1

問 1 下線部(a)について、減数分裂ではなく体細胞分裂のみにみられる現象を以下のア～オからすべて選び、記号で記せ。

ア. 1 個の母細胞から遺伝的に同じ 2 個の娘細胞ができる。

イ. 2 回の細胞分裂が連続しておこり染色体数が半減する。

ウ. 花粉四分子から成熟花粉ができる過程でおこる。

エ. 染色体は紡錘糸によって引かれて両極に分離する。

オ. 相同染色体の対合がおこり二価染色体ができる。

問 2 下線部(b)について、このように染色されて見える理由を 30 字以内で記せ(句読点を含む)。

問 3 下線部(c)について、以下の問に答えよ。

(1) 被子植物以外の細胞分裂像を図 1 からすべて選び、記号で記せ。

(2) この実験で観察されたと考えられる細胞分裂像を図 1 からすべて選び、間期から進行順に並べよ。

問 4 図 1 には被子植物とは異なる、動物細胞の体細胞分裂と共通した複数の特徴をもつものが含まれる。その細胞分裂像をすべて選び、記号で記せ。また、その特徴を 40 字以内で記せ(句読点を含む)。

問 5 図 1 に示された構造の中で、以下のア～コの生物のうち 3 つの生物にのみ存在する構造は何か。その構造の名称と細胞分裂以外の役割について 20 字以内で記せ(句読点を含む)。また、その 3 つの生物をすべて選び、記号で記せ。

ア. イネ

イ. イヌワラビ

ウ. エンドウ

エ. クロマツ

オ. サザンカ

カ. ソテツ

キ. トクサ

ク. ネンジュモ

ケ. ムラサキツユクサ

コ. ユレモ

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球表面の約70%は海によりおおわれており、また海の最深部は10000mを越え、平均でも3800mの水深をもつことから、海洋生態系は水平的にも鉛直的にも大きな広がりをもっている。海に生息する生物は生活様式の違いから、水中で浮遊して生活するプランクトン、水中を泳いで生活する [ 1 ]、そして海底で生活する [ 2 ] に分けられる。光合成を行う生物は、プランクトンと [ 2 ] の生活型をもつ種類で構成され、生態系における生産者として有機物を供給している。

光合成による有機物の生産に必要な光は、海水や海水中に存在する物質により吸収される。このため、海における光合成生物の鉛直的な分布は光の透過と大きく関係しており、海底まで光が到達する水深の浅い沿岸域では、 [ 2 ] の生活型の光合成生物も生活することができる。<sup>(a)</sup> 一方、外洋域ではプランクトン生活型の単細胞藻類(植物プランクトン)が生産者として生息している。植物プランクトンの光合成速度は深さと共に減少し、見かけの光合成速度が0となる深さは [ 3 ] と呼ばれる。この [ 3 ] より浅い層は [ 4 ] 層、深い層は [ 5 ] 層と呼ばれ、海水に含まれる成分の濃度は、両層において異なっている。

<sup>(b)</sup> 一方、単位面積あたりの光合成速度は緯度により違いが認められる。図1は太平洋の東経180度に沿った海域における [ 4 ] 層全体の単位面積あたりの光合成速度、海面への日射量、海面の水温、および海面の栄養塩類濃度(全て年平均値)を示している。ここでみられるように、単位面積あたりの光合成速度は、低緯度海域より高緯度海域で高いことが分かる。<sup>(c)</sup>

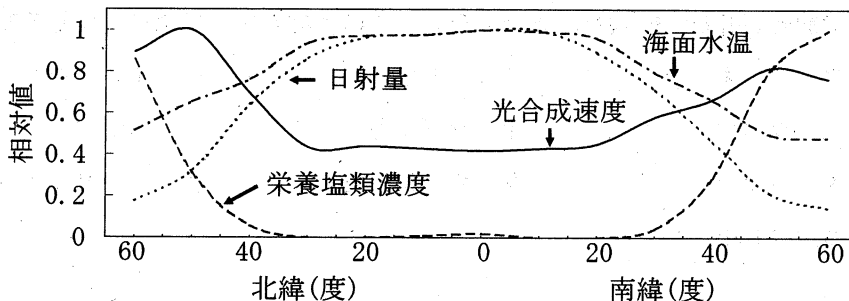


図1

問 1  ～  に当てはまる語を記せ。

問 2 下線部(a)について以下の問に答えよ。

(1) 下線部(a)に当てはまる光合成生物を、以下のア～カからすべて選び、記号で記せ。

(2) クロロフィルは光合成に必要な光を吸収する色素として重要な役割を果たしており、部分的な構造の違いにより、いくつかの種類が知られている。ワカメと同じ組成のクロロフィルをもつ生物を、以下のア～カからすべて選び、記号で記せ。

ア. テングサ

イ. ネンジュモ

ウ. ツノケイソウ

エ. アサクサノリ

オ. アオサ

カ. ヒジキ

問 3 下線部(b)について以下の問に答えよ。

(1) 以下のア～エの物質で、 層における濃度が  層よりも低いものをすべて選び、記号で記せ。

ア. 二酸化炭素

イ. 酸素

ウ. クロロフィル

エ. 栄養塩類

(2) (1)で解答した物質の濃度が  層で低くなる理由について、「 層では」で始まる 60 字以内の文章で説明せよ(句読点を含む)。

問 4 下線部(c)となる原因の 1 つとして、低緯度海域では海水が鉛直的に混合しにくいことがあげられる。高緯度海域における光合成速度が低緯度海域より高くなる原因について 100 字以内で説明せよ(句読点を含む)。なお、文中には、海面水温、日射量、光合成速度、および栄養塩類濃度の 4 つの語を必ず用いること。

IV 次の文章を読み、以下の間に答えよ。

タンパク質を構成するアミノ酸は [ 1 ] 種類であり、1個の中央炭素原子に結合する [ 2 ] 基と [ 3 ] 基、そして1個の水素原子を共通してもつ。一方、一般に [ 4 ] とよばれる構造は、アミノ酸ごとに異なる化学構造をもつ。タンパク質は複数のアミノ酸が数珠つなぎに結合しているが、隣り合うアミノ酸同士は [ 5 ] 結合で結びついている。

アミノ酸の [ 6 ] をタンパク質の一次構造とよぶ。一方、タンパク質の二次構造には [ 7 ] 構造と [ 8 ] 構造が知られている。例えばミオグロビンタンパク質には [ 7 ] 構造が、フィブリンタンパク質には [ 8 ] 構造が多く見られる。

タンパク質中ではシステインの [ 4 ] 同士がS-S結合を形成することがある。リボヌクレアーゼAというタンパク質では、8個のシステインが4組のS-S結合を形成するが、リボヌクレアーゼAの活性には特定のS-S結合が必要である。これら4組の<sup>(a)</sup>S-S結合が1つでも欠けたり、間違ったS-S結合が形成されるとリボヌクレアーゼAは完全に活性を失う。リボヌクレアーゼA中のS-S結合は、試験管内で切断と再結合を行うことができる。S-S結合を切断するとリボヌクレアーゼA溶液は完全に活性を失うが、S-S結合の<sup>(b)</sup>再生処理を<sup>ほどこ</sup>施すと溶液の活性は回復する。

問1 [ 1 ] ~ [ 8 ] に当てはまる最も適切な語を記せ。

問2 下線部(a)について、なぜリボヌクレアーゼAの活性には特定のS-S結合が必要なのか、60字以内で述べよ(句読点を含む)。「S-S」を用いる場合は3文字とする。

問 3 下線部(b)について以下の問に答えよ。

- (1) 活性を失ったリボヌクレアーゼ A 溶液に対し、S-S 結合がでたらめに(ランダムに)形成されるよう処理を行った。この場合、4 組の S-S 結合の可能な組み合わせは何通りか答えよ。
- (2) S-S 結合切断前のリボヌクレアーゼ A 溶液の活性を 100 % とし、S-S 結合をランダムに再生させたりボヌクレアーゼ A 溶液の活性を相対値(%)で予想せよ。有効数字は 2 けたとする。ただし、S-S 結合はタンパク質 1 分子内のみで形成され、4 組の S-S 結合の可能な組み合わせは同じ確率で出現すると仮定する。

問 4 細菌類の生育温度には広い幅がある。約 10 °C から 100 °C の間で生育する複数種の細菌類において、タンパク質中の S-S 結合数を計算したところ、図 1 が得られた。図 1 では、各細菌の S-S 結合数を縦軸に、生育温度を横軸に示す。ただし、細菌類の間でタンパク質中に含まれるシステインの数は大きく変わらないとする。

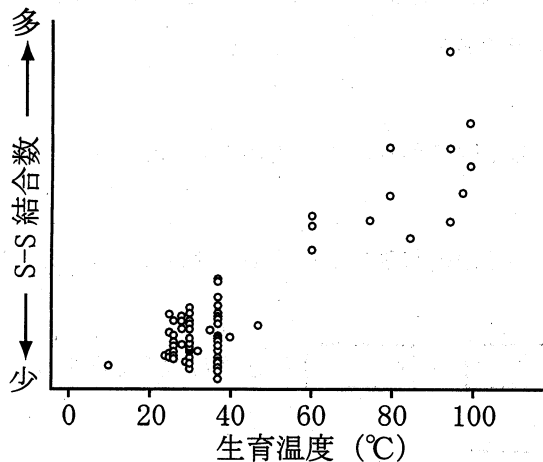


図 1

- (1) 生育温度 20 °C から 40 °C の細菌類のタンパク質と比べ、60 °C 以上で生育する細菌類(好熱性細菌類)のタンパク質にはどのような特徴があるか、20 字以内で述べよ(句読点を含む)。「S-S」を用いる場合は 3 文字とする。
- (2) (1)で答えた傾向は、好熱性細菌類のタンパク質にどのような特性を与えると考えられるか、40 字以内で述べよ(句読点を含む)。「S-S」を用いる場合は 3 文字とする。