

平成23年度
入学試験問題

理 科

物 理 (1頁～5頁)
化 学 (7頁～11頁)
生 物 (13頁～18頁) } から2科目選択

注意：答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

生 物 (その1)

第1問 次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

弾性の法則で有名な(ア)はコルクの薄片を顕微鏡で観察し、それが細かい小部屋からなることを知り、コルクが弾性を示す意味を理解した。そして、⁽¹⁾この小部屋を cell (細胞) と名づけた。

「生物は細胞より成り立つ」という、現在ではあたりまえになったこのような考えを最初に提唱したのは(イ)と(ウ)であり、(A)説とよばれる。しかし、細胞が生命の基本単位として本当に認識されるようになったのはそれほど古いことではない。

真核生物の細胞は、核と細胞質が細胞膜に包まれた構造をもつ。細胞膜は細胞を外界と仕切る重要な膜で、栄養の吸収や老廃物の排出において特定の物質を選択的に透過させることが可能である。

⁽²⁾細胞膜の構造は(エ)と(オ)によって提唱された(B)モデルが基本になっており、これにより細胞内外での物質移動のしくみが理解されている。⁽³⁾核膜で囲まれた核は、細胞の遺伝物質のほとんどを含み、形質の決定に重要な役割を果たしている。ここでは遺伝情報発現の初期段階が起きる。細胞質には膜で囲まれた細胞小器官が多数存在している。細胞小器官は、細胞質基質とは異なる環境を細胞内につくり出し、さまざまな反応の場を提供している。このうちミトコンドリアと植物細胞の葉緑体は、進化の過程で原核細胞が真核細胞に取り込まれたものと考えられている。この考えは(カ)によって提唱され、(C)説とよばれる。⁽⁴⁾細胞質基質には細胞骨格とよばれるタンパク質でできた繊維が網目状に張りめぐらされており、細胞の形態維持や細胞運動にはたらいている。

近年は、⁽⁵⁾細胞そのものを操作する技術が進歩し、いわゆる万能細胞とよばれる細胞がつくり出されている。

問1 文中の(ア)～(カ)に適する人物名を次の①～⑫から選んで番号で記せ。

- ① シュライデン ② シュワン ③ シンガー ④ ダーウィン
⑤ ニコルソン ⑥ パスツール ⑦ フィルヒョー ⑧ フック
⑨ ブラウン ⑩ マーグリス ⑪ メンデル ⑫ レーウエンフック

問2 文中の(A)～(C)に適する説、またはモデルの名称を記せ。

問3 下線部(1)に関して、(ア)が観察したものは厳密には細胞そのものではなかった。

- i) 実際には何を観察したものか。
ii) i)の主成分である高分子物質の名称を記せ。

問4 下線部(2)に関して、

- i) 細胞膜の構造モデルはどのようなものか、2種の物質名を用いて簡単に説明せよ。
ii) 細胞膜をへだてて、濃度の低い方から高い方へ物質を透過させる現象を何というか。
iii) ii)が起きるときに消費される物質の名称を記せ。

生 物 (その2)

問5 下線部(3)に関して、

- i) 核は通常、細胞に1個存在するが、例外となるヒトの細胞を2つ記せ。
- ii) 核膜孔を通過して細胞質から核内へ移動するタンパク質の名称を2つ記せ。
- iii) 遺伝情報発現の初期段階とはどのような過程をいうのか、最もふさわしい用語で示せ。

問6 下線部(4)の細胞骨格を形成する繊維は、その直径の違いから(a)太い繊維、(b)中間の繊維、(c)細い繊維の3種類に分類されている。

- i) (a)と(c)の名称と、それぞれの繊維を構成しているタンパク質の名称を記せ。
- ii) (a)と(c)の両方がともに関与する細胞運動を1つ記せ。
- iii) (a)はその上を動くモータータンパク質といっしょになって、細胞内での物質の移動や細胞小器官の配置に役立っている。そのようなモータータンパク質の名称を1つ記せ。

問7 下線部(5)の万能細胞とよばれるもののうち、次の細胞の名称を記せ。

- i) 初期胚から分離され、多分化能を維持し続ける細胞
- ii) 培養した体細胞にいくつかの遺伝子を導入するなどして、多分化能をもたせた細胞

第2問 次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

すい臓は(ア)胚葉に由来する、(イ)器官系に属する器官である。食物として口から取り込まれたタンパク質は、胃の中で胃酸とともに消化酵素(ウ)のはたらきでペプトンにまで消化されたあと、十二指腸に送られる。食物とともに送り込まれた胃酸の刺激を受けて、(1) 十二指腸の粘膜からはセクレチンとよばれるホルモンが分泌され、すい液の分泌を促す。すい液の中には弱アルカリ性の(エ)が大量に含まれており、これが胃酸を中和することによって、(2) すい臓から分泌される消化酵素が十分にはたらけるようになる。すい液の中にはタンパク質分解酵素である(オ)などが含まれており、これらの酵素によりペプトンはさらに細かく分解され、最終的にはペプチダーゼのはたらきでアミノ酸となり小腸から吸収される。すい液の中にはこの他に、胆管から分泌された胆汁とともに脂肪の分解にはたらく酵素(カ)も含まれている。またデンプンをマルトースに分解する(キ)など、すい液の中には多くの消化酵素が存在する。(3) すい臓の外分泌細胞はからだの中でも最もタンパク質合成の盛んな細胞のひとつであり、(4) すい臓から分泌されるタンパク質の量は1日に約50gにもなる。マルトースはその後、小腸から分泌される(ク)でグルコースにまで分解されたあと、小腸で吸収される。グルコースは小腸の血管に入ったあと、からだの中をめぐり、やがて(5) すい臓の(ケ)に存在するB細胞に作用して(コ)を分泌させるようになる。

生 物 (その3)

問1 文中の(ア)～(コ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)に関して、セクレチンの分泌は内分泌とよばれ、すい液の分泌は外分泌とよばれる。次の①～⑫のうち、(a)内分泌として分泌されるものと、(b)外分泌として分泌されるものをそれぞれすべて選び出し、番号で記せ。

- ① 汗 ② アドレナリン ③ アルブミン ④ アンドロゲン
- ⑤ エストロゲン ⑥ オキシトシン ⑦ だ液 ⑧ 涙
- ⑨ フィブリノーゲン ⑩ 尿 ⑪ 乳汁 ⑫ リンパ液

問3 下線部(2)に関して、すい臓から分泌される消化酵素は酸性条件下で活性が低く、中性から弱アルカリ性付近で最も活性が高くなる。一方、胃ではたらく酵素は強い酸性の条件で活性が高い。このように酵素の活性が溶液のpHによって影響を受けるのはなぜか。その理由を簡単に記せ。

問4 下線部(3)に関して、このためにすい臓の外分泌細胞で特によく発達している細胞小器官のうち、膜構造を有するものを2つ記せ。

問5 下線部(4)に関して書かれた次の文には誤りがある。誤っている理由を簡単に記せ。

「ヒトが生きていくためには1日に約60gのタンパク質が必要である。ところが、すい臓から1日に約50gのタンパク質が放出されるため、実際には110g以上のタンパク質を食べる必要がある。」

問6 下線部(5)に関して、(コ)のはたらきにより血中のグルコース濃度は低下する。

- i) (コ)は、どのような細胞にはたらきかけるか。
- ii) i)の細胞のどのようなはたらきで、血中のグルコース濃度は低下するか、簡単に記せ。

第3問 次の文を読み、以下の各問いに答えよ。ただし、文中の(ア)～(オ)の記号は図1の記号と対応している。

われわれは手にトゲが刺さったり、熱いものに触れたりすると、思わず手を引っ込める。(1) この反応には、図1に示した神経経路が関与している。この中で脊髄は脳とともに中枢神経に分類され、主に神経軸索からなる周辺部の(ア)と、神経細胞体を多数含む中央部の(イ)から構成される。(2) 皮膚からの情報を脊髄に伝える経路は脊髄の(ウ)を通る。この経路の途中には、神経細胞体を多く含む(エ)とよばれる膨らみが見られる。一方、(3) 骨格筋を支配する運動神経は脊髄の(オ)を通る。

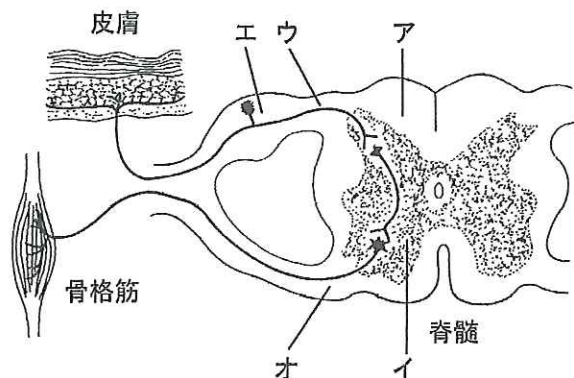


図1

図2に示すように、骨格筋を支配する運動神経の軸索の束に強い電気刺激を与えると、興奮が軸索に沿って末梢側へ伝わり、通常、骨格筋で収縮が起きるときと同じように、骨格筋でM波とよ

生 物 (その4)

ばれる活動電位が記録される。ところが一方で、
 (4) 軸索を中枢側へ伝わった興奮は、脊髄にある運動神経の細胞体まで到達し、その10ミリ秒後、そこにある運動神経群の一部の細胞体を興奮させる。さらにこの興奮が運動神経の軸索に沿って骨格筋に伝わり、筋で再び活動電位を発生させる。この活動電位をF波とよぶ。図2のグラフに示すように、神経が刺激されてからM波やF波が発生するまでの時間のことを^{せんじ}潜時という。(5) 刺激部位を脊髄側に近づけるほど、M波の潜時は長くなり、逆にF波の潜時は短くなる。(6) F波を誘導するのに必要な刺激の強さは、M波のものよりずっと強く、またF波の活動電位の振幅(反応の大きさ)はM波の5%程度でしかない(図2に示されているF波の振幅は、M波のものに対して20倍に拡大してある)。

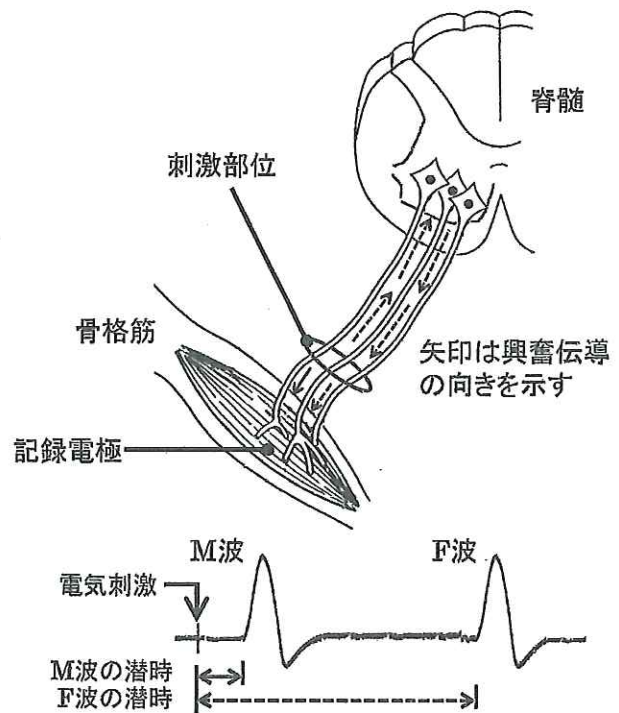


図2

問1 図1を参考にして、文中の(ア)～(オ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)に関して、この一連の興奮が伝わる経路を何とよぶか。

問3 下線部(2)に関して、

- i) 皮膚からの情報を脊髄に伝える神経を何とよぶか。
- ii) その末端から放出される神経伝達物質は何か。

問4 下線部(3)に関して、運動神経の末端から放出される神経伝達物質は何か。

問5 図2において、もし運動神経が1本しか存在しなかったとすると、その運動神経の軸索を電気刺激したときに発生した興奮は、中枢側へ進行して脊髄にある細胞体に到達したあとに、再び末梢側へは伝わらない。その理由を簡単に記せ。

問6 図2で運動神経の軸索の束に強い電気刺激を与えた場合、下線部(4)に記したように脊髄にある運動神経が興奮する。しかしその興奮は一部の神経に限られる。その理由として適するものを、次の①～⑦から3つ選び、その番号を記せ。

- ① 神経軸索を中枢側へ進行した興奮が、脊髄にある運動神経の細胞体で跳ね返るから
- ② 神経軸索を中枢側へ進行した興奮が、隣り合う軸索の間で短絡(ショート)するから
- ③ 脊髄にある運動神経の間にシナプスが存在するから
- ④ 興奮が運動神経の軸索を中枢側へ進行したあとに、介在神経を経由して再び運動神経に戻ってくるから
- ⑤ 神経軸索で発生した興奮が、細胞体に到達するまでの間に減衰してしまうから
- ⑥ 神経軸索に与えられた刺激の強さによって、興奮する運動神経の数が異なるから
- ⑦ 神経細胞が興奮するためには、同時に多数のシナプスがはたらく必要があるから

生 物 (その5)

問7 図2で、運動神経の軸索の束に、細胞体群の中心部から70 cmの部位で電気刺激を与えたところ、3.5ミリ秒後にM波が記録され、さらに24.5ミリ秒後にF波が記録された。刺激部位から運動神経の細胞体へ興奮が伝わる伝導速度を求め、m/秒の単位で答えよ。ただし、末梢側に興奮が伝わる速度と中枢側へ興奮が伝わる速度は、同じであるとみなしてよい。また、脊髄内での運動神経の細胞体群の大きさは考慮しなくてよい。解答は小数点以下を四捨五入して整数で記せ。

問8 下線部(5)に関して、細胞体群の中心部から30 cmの部位で電気刺激を与えた場合に、F波の潜時はいくらか。解答は四捨五入して小数点以下第一位まで求め、ミリ秒の単位で記せ。ただし、興奮伝導速度は問7で求めた結果を用いること。

問9 下線部(6)に関して、F波の振幅がM波のものに較べて小さくなるのはなぜか。その理由を簡単に記せ。

第4問 次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

(1) 現在地球上には3,000万種を超える生物が生息していると考えられているが、これらの生物は食物連鎖を形成していたり、生息環境をつくり上げたりすることで、お互いに密接な関連を保っている。昨年、生物多様性条約締結国会議(COP10)が名古屋で開催され、(2)多様な生き物や生息環境を守り、その恵みを将来にわたって利用するための国際的な話し合いがもたれた。生物の多様性という言葉の意味の中には、種の多様性だけでなく、同一種の内部における多様性も含まれている。まもなく70億人を超えるとされているヒトという種についてみても、地球上に自分と同じ人間は2人といない。これはひとりひとりが持っている遺伝情報がみな異なっているためである。

(3) 生物の遺伝情報はDNA上の塩基配列として記されていることが明らかになり、その塩基配列が自然に起こるさまざまな偶発的影響により変化してきたことで、生物の多様性が生じたと考えられている。しかし一方で、生物が子孫を残していくやり方それ自身の中にも、生物多様性を生み出すしくみが内包されている。同じ両親から生まれてくる兄弟(姉妹)は、似ていることはあっても全く同じ遺伝形質を持つ兄弟(姉妹)が生まれてくることは、一卵性双生児でない限りまず起こり得ない。ヒトは細胞の核の中に46本の染色体を持っているが、これは両親からそれぞれ23本ずつ受け継いだものである。(4) ヒトが生きていくために必要な遺伝子は、この23本の染色体の上ですべてのっている。配偶子がつくられるときに、減数分裂という特別な細胞分裂が起きるが、その際に46本の染色体の中から23本の染色体のセットが選び出される。(5) このセットを選び出す組み合わせは(A)通り存在する。従って両親からの配偶子が受精してできる接合子の染色体の組み合わせは(A)²となり、この数は現在の世界人口をはるかに超える値となる。そればかりではない。減数分裂をおこなう際に、(6) 相同染色体の間で、少なくとも1回は染色体の乗換えという現象が起きる。乗換えが起きる場所は決まっていないので、事実上ほぼ無限といってもよい接合子の組み合わせが、一組の両親から生じることになる。このようにして(7) 同一種内で生み出される生物の多様性が、新たな種を生み出すきっかけになるものと考えられている。

生 物 (その6)

問1 下線部(1)に関して、これまで同定されてきた生物にはすべて、リンネの提唱した方法で固有の名称(学名)が与えられている。

- i) この命名法を何とよぶか。
- ii) 実際にどのように表記されるか。その方法を簡単に記せ。
- iii) われわれヒトはこの方式に従うと、どのように表記されるか記せ(カタカナでもよい)。

問2 下線部(2)に関して、生物多様性が失われると、ヒトにとってどのような不都合が生じると考えられるか。具体的な例をあげて簡単に記せ。

問3 下線部(3)に関して、DNAの塩基配列が変化する原因として考えられるものを3つ記せ。

問4 現在地球上で見つかっている生物は、すべて共通の祖先から進化してきたと考えられている。その最も有力な根拠とされる事実を1つ記せ。

問5 下線部(4)に示すような、ある生物が生きていくために必要な遺伝情報の組み合わせのことを何とよぶか。

問6 下線部(5)に関して、Aにあてはまる数値を入れよ。べき乗で答えてもよい。

問7 下線部(6)の染色体の乗換えが起こっている部位を何とよぶか。

問8 下線部(7)に関して、どのようなことが起きたときに、新しい種が誕生したと判断してよいか。その判断基準を示せ。

問9 減数分裂に関して、図3に示すような4本の染色体を持っている生物がいたとすると、次の分裂時における染色体と紡錘糸の様子はどのようになるか、解答欄に描け。ただし、解答欄のわくはそれぞれ1個の細胞を示しており、中央の点線は細胞の赤道面を示すものとする。

- i) 第一減数分裂の中期
- ii) 第二減数分裂の中期



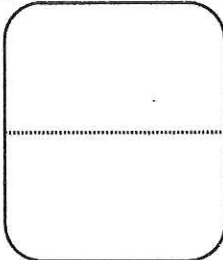
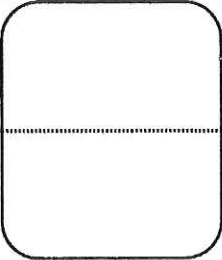
ある生物種 ($2n = 4$) の染色体模式図

図3

問10 減数分裂が起きる際の、細胞あたりのDNA量の変化を解答欄に実線で記入せよ。

Blank box for entering the examination number.

生物 解答用紙

第1問	問1	ア	イ	ウ	エ	オ	カ																																																										
	問2	A	B	C	問3	i)	ii)																																																										
	問4	i)																																																															
		ii) iii)																																																															
	問5	i) ii) iii)																																																															
	問6	i) a c																																																															
ii) iii)			問7	i) ii)																																																													
第2問	問1	ア	イ	ウ	エ	オ																																																											
		カ	キ	ク	ケ	コ																																																											
	問2	a) b)																																																															
	問3																																																																
	問4				問5																																																												
	問6	i) ii)																																																															
第3問	問1	ア	イ	ウ	エ	オ																																																											
	問2			問3	i) ii)		問4																																																										
	問5																																																																
	問6				問7			問8																																																									
	問9																																																																
第4問	問1	i) ii) iii)																																																															
	問2																																																																
	問3																																																																
	問4																																																																
	問5				問6			問7																																																									
	問8																																																																
	問9	i)		ii)																																																													
						問10	細胞あたりのDNA量(相対量)																																																										
					<table border="1"> <tr> <td>4</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>G1期</td><td>S期</td><td>G2期</td><td>前期</td><td>中期</td><td>後期</td><td>終期</td><td>前期</td><td>中期</td><td>後期</td><td>終期</td><td>配偶子</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">間期</td> <td colspan="4">第一分裂</td> <td colspan="4">第二分裂</td> <td></td> </tr> </table>				4											2											0												G1期	S期	G2期	前期	中期	後期	終期	前期	中期	後期	終期	配偶子		間期		第一分裂				第二分裂			
4																																																																	
2																																																																	
0																																																																	
	G1期	S期	G2期	前期	中期	後期	終期	前期	中期	後期	終期	配偶子																																																					
	間期		第一分裂				第二分裂																																																										